การศึกษาปริมาณคลอรีน ไนไตรท ไนเตรท และโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมในโครงข่ายท่อน้ำประปา มหาวิทยาลัยนเรศวร

THE STUDY FOR QUANTITY OF CHRORINE , NITRITE, NITRATE, AND TOTAL COLIFORM BACTERIA IN THE SYSTEM OF WATER SUPPLY PIPE AT NARESUAN UNIVERSITY

นายชัชวาล สมบัติ

นายโชคชัย หมั่นเรียน

นายโยธิน วงศ์สาสืบ

13982075

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ... 12 ต.ค. 2544 ....
เลขทะเบียน ...วศ 4400408...
เลขเรียกหนังสือ ... TD 491 ส395ก
มหาวิทยาลัยนเรศวร

โครงงานวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต 2543

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2543

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมโยธา

หัวข้อโครงงานวิศวกรรมโยธา : การศึกษาปริมาณคลอรีน ไนไตรท ไนเตรท และโคลิฟอร์ม แบคทีเรียรวมในโครงข่ายท่อน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ดำเนินงาน : นายชัชวาล สมบัติ รหัส 40361784

นายโชคชัย หมั่นเรียน รหัส 40362253

นายโยธิน วงศ์สาสืบ รหัส 40362279

ที่ปรึกษาโครงงานวิศวกรรมโยธา : อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น

สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา : วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา : 2543

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานวิศวกรรมโยธาฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรมโยธา

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

..... กรรมการ
(อาจารย์ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง)

..... หัวหน้าภาควิชา
(ผ.ศ. สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

หัวข้อโครงงานวิศวกรรมโยธา	: การศึกษาปริมาณคลอรีน ไนไตรท ไนเตรท และโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมในโครงข่ายท่อน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ดำเนินงาน	: นายชัชวาล สมบัติ รหัส 40361784
	นายโชคชัย หมั่นเรียน รหัส 40362253
	นายโยธิน วงศ์สาสืบ รหัส 40362279
ที่ปรึกษาโครงงานวิศวกรรมโยธา	: อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น
สาขาวิชา	: วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	: วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	: 2543

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำประปาในโครงข่ายท่อน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปากับมาตรฐานการประปานครหลวง โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปา 12 จุด ได้แก่ โรงผลิตน้ำประปา หอพักนักศึกษาหญิง 7 อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ อาคารวิทยาศาสตร์ อาคารศูนย์พลังงาน หอพักอาจารย์ อาคารคณะเกษตรศาสตร์ หอสมุด อาคารมิ่งขวัญ อาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะเภสัชศาสตร์ สถานีวิทยุ และน้ำดิบ จากอ่างเก็บน้ำอีก 1 จุด เป็นเวลา 3 เดือน ทำการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ คลอรีนอิสระ คลอรีนรวม ไนไตรท-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน และโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม

จากการศึกษาพบว่า น้ำประปาของกลุ่มอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ หอพักอาจารย์ หอพักนักศึกษาหญิง 7 อาคารมิ่งขวัญ สนามกีฬา และสถานีวิทยุ ซึ่งมีค่า ไนไตรท-ไนโตรเจน และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ควรมีการปรับปรุงระบบผลิตน้ำประปาโดยการเติมคลอรีนให้พอดีกับเกณฑ์มาตรฐาน

Project Title	: The study for quantity of chrorine , nitrite , nitrate and total coliform bacteria in the system of water supply pipe at Naresuan University
Name	: Mr. Chatchavan Sombut Code 40361784
	Mr. Chokchai Mhunrean Code 40362253
	Mr. Yotin Wongsasueb Code 40362279
Project Advisor	: Miss. Warangluck Sonklin
Major	: Civil Engineering
Department	: Civil Engineering
Academic Year	: 2000

Abstract

This project studied water quality of the water supply pipe at Naresuan University. This object are checking about the quality of the water supply and comparing the quality of the water supply with the standard of the Authority of Water Supply .The study process was collected water 12 samples Water Supply Plant , Woman's Dormitory , Faculty of Engineering Building , Faculty of Science Building , Lecturer's Dormitory , Faculty of Agriculture Natural and Environment Building Library Hall , Ming Kwuan Building , Stadium Building , Radio Station , Water of Reservoir for three months, to find Free Chlorine, Total Chlorine, Nitrite-Nitrogen, Nitrate-Nitrogen and Total Coliform Bacteria

From the studying , most of the water supply at Naresuan University Buildings pass the standard except the value of Nitrite-Nitrogen and Total Coliform Bacteria of Faculty of Engineering Building , Lecturer's Dormitory , Woman's Dormitory , Ming Kwuan Building , Stadium Building ,and Radio station are over standard . Then Water Supply Plant should be improved by add Chlorine to reach the standard

กิตติกรรมประกาศ

ที่โครงงานนี้สำเร็จได้ ทางคณะผู้ดำเนินงานต้องขอขอบคุณ อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น ที่ปรึกษาโครงงาน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องทดลอง ที่ให้คำปรึกษา แนะนำวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ให้ทางคณะผู้จัดทำสามารถนำหนังสือไปใช้เพื่อค้นคว้า

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ข้อมูล คำแนะนำ ตลอดจนการอำนวยความสะดวกแก่คณะผู้ดำเนินงาน

ขอขอบคุณคณะท่านอาจารย์มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่คณะผู้ดำเนินงาน

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณบิดามารดาที่ให้อุปการะคุณทางด้านการเงิน และทางด้านจิตใจจนกระทั่งทำให้โครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้จัดทำ

นายชัชวาล สมบัติ
นายโชคชัย หมั่นเรียน
นายโยธิน วงศ์สาสืบ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฎ
คำนิยามศัพท์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 สถานที่เก็บข้อมูล	1
1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน	1
1.3 วัตถุประสงค์	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.5 ขอบข่ายงานวิจัย	2
1.6 กิจกรรมดำเนินงาน	2
1.7 งบประมาณที่ใช้ในการทดลอง	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	3
2.1 น้ำประปา	3
2.2 แหล่งน้ำดิบ	3
2.2.1 น้ำผิวดินทั่วไป	4
2.2.2 น้ำใต้ดินทั่วไป	6
2.2.3 น้ำฝน	8
2.3 กระบวนการผลิตน้ำประปา	10
2.3.1 การปรับปรุงคุณภาพข้างต้น	10
2.3.2 ระบบผลิตน้ำประปา	11
2.3.3 การฆ่าเชื้อโรค	16
2.3.4 ระบบผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำดิบ	18
2.4 ระบบจ่ายน้ำประปา	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.1 วิธีการจ่ายน้ำประปา	21
2.4.2 ระบบจ่ายน้ำประปา	23
2.4.3 ประเภทของระบบท่อประธานจ่ายน้ำประปา	24
2.5 คุณสมบัติของน้ำประปา	29
2.5.1 คุณสมบัติทางกายภาพ	29
2.5.2 คุณสมบัติทางเคมี	31
2.5.3 คุณสมบัติทางชีววิทยา	33
2.6 ระบบน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร	34
2.7 ระบบท่อ	38
2.8 มาตรฐานน้ำดิบ	39
2.9 มาตรฐานน้ำประปา	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	45
3.1 วิธีการทดลอง	45
3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา	45
3.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำประปา	50
3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	50
3.5 วิธีการทดลอง	51
3.5.1 อุณหภูมิ	51
3.5.2 พีเอช	51
3.5.3 คลอรีนอิสระ	52
3.5.4 คลอรีนรวม	52
3.5.5 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	52
3.5.6 ไนไตรท	54
3.5.7 ไนเตรท	55
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์	56
4.1 ปริมาณการใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวร	56
4.2 อุณหภูมิ	58
4.3 พีเอช	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 คลอรีนอิสระ	60
4.5 คลอรีนรวม	62
4.6 โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม	65
4.7 ไนไตรท-ไนโตรเจน	68
4.8 ไนเตรท-ไนโตรเจน	72
4.9 BOD	75
บทที่ 5 สรุปผล	76
5.1 ปริมาณน้ำใช้	76
5.1.1 ค่าปริมาณน้ำใช้ทั้งมหาวิทยาลัย เดือน พ.ย. 43 ถึง เดือน ม.ค. 44	76
5.1.2 ค่าปริมาณน้ำใช้ของตึกวิศวกรรมโยธา เดือน พ.ย. 43 ถึง เดือน ม.ค. 44	76
5.2 การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์กับเกณฑ์มาตรฐานการประปานครหลวง	76
5.3 คุณภาพน้ำที่วิเคราะห์	78
5.4 ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม	80
ภาคผนวก ก ปริมาณการใช้น้ำ	81
ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง	85
ภาคผนวก ค รูประบบผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร	89
ประวัติผู้เขียน	93

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
บทที่ 1	
ตารางแสดงแผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2	
ตารางที่ 2.1 คุณภาพน้ำผิวดินในประเทศไทย	6
ตารางที่ 2.2 คุณภาพน้ำใต้ดินทั่วไป	8
ตารางที่ 2.3 คุณภาพน้ำฝนทั่วไป	9
ตารางที่ 2.4 มาตรฐานน้ำดิบขององค์การอนามัยโลก	40
ตารางที่ 2.5 มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก	41
ตารางที่ 2.6 มาตรฐานน้ำดื่มการประปานครหลวง	43
บทที่ 3	
ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	50
บทที่ 4	
ตารางที่ 4.1 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ	58
ตารางที่ 4.2 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของ pH	59
ตารางที่ 4.3 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของคลอรีนอิสระ	60
ตารางที่ 4.4 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของคลอรีนรวม	62
ตารางที่ 4.5 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม	65
ตารางที่ 4.6 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของไนไตรท-ไนโตรเจน	68
ตารางที่ 4.7 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของไนเตรท-ไนโตรเจน	72
ตารางที่ 4.8 ช่วงข้อมูลของ BOD	75
บทที่ 5	
ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบมาตรฐานน้ำดิบกับพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์	76
ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบมาตรฐานน้ำประปากับพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์	77
ภาคผนวก ก	
ตารางที่ ก.1 ปริมาณการใช้น้ำตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิศวกรรมโยธา	82
ตารางที่ ก.2 ปริมาณการใช้น้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร	83

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 ปริมาณคลอรีนอิสระ 85

ตารางที่ ข.2 ปริมาณคลอรีนรวม 85

ตารางที่ ข.3 อุณหภูมิ 86

ตารางที่ ข.4 ค่า pH 86

ตารางที่ ข.5 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 87

ตารางที่ ข.6 ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน 87

ตารางที่ ข.7 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน 88

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูป	หน้า
บทที่ 2	
รูปที่ 2.1 แสดงวัฏจักรของน้ำ	4
รูปที่ 2.2 ลักษณะทั่วไปของน้ำผิวดิน	5
รูปที่ 2.3 ลักษณะน้ำใต้ดิน	7
รูปที่ 2.4 การกระจายน้ำฝนไปตามแหล่งน้ำประเภทต่างๆ	9
รูปที่ 2.5 ระบบถังกวนเร็ว	12
รูปที่ 2.6 ระบบถังกวนช้า	12
รูปที่ 2.7 ประเภทถังตกตะกอน	14
รูปที่ 2.8 แสดงเครื่องกรองช้า	15
รูปที่ 2.9 แสดงเครื่องกรองเร็ว	15
รูปที่ 2.10 แสดงเครื่องกรองความดัน	16
รูปที่ 2.11 ระบบผลิตประปาจากน้ำบาดาล	19
รูปที่ 2.12 ระบบผลิตประปาจากอ่างเก็บน้ำ	20
รูปที่ 2.13 ระบบผลิตประปาจากน้ำผิวดิน	20
รูปที่ 2.14 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีแรงโน้มถ่วงโลก	21
รูปที่ 2.15 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาวิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรงแบบใช้เครื่องสูบน้ำ	22
รูปที่ 2.16 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำร่วมกับหอถังสูง	23
รูปที่ 2.17 แสดงถังเก็บน้ำบนดิน	25
รูปที่ 2.18 แสดงหอถังสูง	26
รูปที่ 2.19 ระบบจ่ายน้ำประปาแบบแขนง	27
รูปที่ 2.20 ระบบจ่ายน้ำประปาแบบวงจร	28
รูปที่ 2.21 ระบบจ่ายน้ำประปาแบบรวมกัน	28
รูปที่ 2.22 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร	35
บทที่ 3	
รูปที่ 3.1 จุดเก็บน้ำอ่างเก็บน้ำดิบ	47
รูปที่ 3.2 จุดเก็บน้ำโรงผลิตน้ำประปา	47
รูปที่ 3.3 จุดเก็บน้ำหอพักนักศึกษาหญิง 7	47
รูปที่ 3.4 จุดเก็บน้ำอาคารวิศวกรรมศาสตร์	47

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.5 จุดเก็บน้ำอาคารวิทยาศาสตร์	48
รูปที่ 3.6 จุดเก็บน้ำอาคารหอพักอาจารย์	48
รูปที่ 3.7 จุดเก็บน้ำอาคารศูนย์พลังงาน	48
รูปที่ 3.8 จุดเก็บน้ำอาคารหอสมุด	48
รูปที่ 3.9 จุดเก็บน้ำอาคารคณะเกษตรศาสตร์	49
รูปที่ 3.10 จุดเก็บน้ำอาคารมิ่งขวัญ	49
รูปที่ 3.11 จุดเก็บน้ำอาคารอเนกประสงค์	49
รูปที่ 3.12 จุดเก็บน้ำสถานีวิทยุ	49
รูปที่ 3.13 จุดเก็บน้ำอาคารคณะเภสัชศาสตร์	49
บทที่ 4	
รูปที่ 4.1 ปริมาณการใช้น้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร	56
รูปที่ 4.2 ปริมาณการใช้น้ำประปาตึกวิศวกรรมศาสตร์	57
รูปที่ 4.3 ค่าอุณหภูมิ	58
รูปที่ 4.4 ค่า pH ของน้ำตัวอย่าง	59
รูปที่ 4.5 ค่าคลอรีนอิสระ	60
รูปที่ 4.6 ค่าคลอรีนอิสระเส้นท่อที่ 1	61
รูปที่ 4.7 ค่าคลอรีนอิสระเส้นท่อที่ 2	61
รูปที่ 4.8 ค่าคลอรีนอิสระเส้นท่อที่ 3	62
รูปที่ 4.9 คลอรีนรวม	63
รูปที่ 4.10 คลอรีนรวมเส้นท่อที่ 1	63
รูปที่ 4.11 คลอรีนรวมเส้นท่อที่ 2	64
รูปที่ 4.12 คลอรีนรวมเส้นท่อที่ 3	64
รูปที่ 4.13 โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม	65
รูปที่ 4.14 โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมน้ำประปา	66
รูปที่ 4.15 โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมในเส้นท่อที่ 1	66
รูปที่ 4.16 โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมในเส้นท่อที่ 2	67
รูปที่ 4.17 โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมในเส้นท่อที่ 3	67
รูปที่ 4.18 ไนไตรท-ไนโตรเจน	69

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.19 ไนไตรท-ไนโตรเจนในน้ำประปา	69
รูปที่ 4.21 ไนไตรท-ไนโตรเจนในเส้นท่อที่ 1	70
รูปที่ 4.22 ไนไตรท-ไนโตรเจนในเส้นท่อที่ 2	70
รูปที่ 4.23 ไนไตรท-ไนโตรเจนในเส้นท่อที่ 3	71
รูปที่ 4.24 ไนเตรท-ไนโตรเจน	72
รูปที่ 4.25 ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำประปา	73
รูปที่ 4.26 ไนเตรท-ไนโตรเจนในเส้นท่อที่ 1	73
รูปที่ 4.27 ไนเตรท-ไนโตรเจนในเส้นท่อที่ 2	74
รูปที่ 4.28 ไนเตรท-ไนโตรเจนในเส้นท่อที่ 3	74
ภาคผนวก ค	
รูป ค.1 เครื่องปั๊มน้ำเข้าสู่ระบบการผลิต	90
รูป ค.2 ถังกวนช้า	90
รูป ค.3 ถังตกตะกอน	91
รูป ค.4 ถังกรอง	91
รูป ค.5 ถังเติมคลอรีน	92
รูป ค.6 เครื่องปั๊มน้ำเพื่อจ่ายน้ำประปา	92

นิยามคำศัพท์

pH	=	พีเอช
°C	=	Temperature centrigrate degree
BOD	=	Biological Oxygen Demand
MPN	=	Most Probable Number
mg/l	=	milligram per litre

บทที่ 1
บทนำ

1.1 สถานที่เก็บข้อมูล

มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก

1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยนเรศวรมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ เพิ่มเติมอีกเป็นจำนวนมากเพื่อรองรับกับจำนวนนิสิตอาจารย์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่ขยายตัวขึ้นทุกปี จึงเป็นเหตุให้เกิดการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค เป็นปริมาณมากขึ้นไปด้วย ในการผลิตน้ำประปาก็ต้องมีสิ่งที่คำนึงคือ คุณภาพต่างๆ ของน้ำ เช่น ปริมาณโลหะหนัก ปริมาณคลอรีนตกค้าง และปริมาณเชื้อโรคต่างๆ เป็นต้น ถ้าหากน้ำประปาที่จะนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค มีคุณภาพต่ำไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเมื่อนำมาใช้ก็อาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้ ปริมาณคลอรีนตกค้าง รวมถึงปริมาณสารเคมีบางชนิด เช่น ไนเตรท ในน้ำประปาจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีการตรวจสอบ เพราะถ้าในน้ำประปามีคลอรีนน้อยเกินไปก็ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคไม่เพียงพอ ในทำนองเดียวกัน ถ้าหากในน้ำประปามีคลอรีนตกค้างมากเกินไป ก็จะส่งผลให้น้ำมีสี กลิ่น และรสชาติไม่พึงประสงค์ ไม่สมควรที่จะนำไปใช้ ดังนั้นการจัดทำโครงงานนี้จะทำให้ทราบถึงคุณภาพน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยและเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับมหาวิทยาลัยได้ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขน้ำประปาให้มาใช้ได้โดยปลอดภัย

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณเคลอรีน ในระบบโครงข่ายน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร
2. เพื่อศึกษาปริมาณไนไตรท ไนเตรท ในระบบโครงข่ายน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร
3. เพื่อศึกษาปริมาณเชื้อโรค ในระบบโครงข่ายน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร
4. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในระบบโครงข่ายของมหาวิทยาลัยนเรศวรกับมาตรฐานน้ำประปา

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบคุณภาพน้ำประปาในโครงข่ายระบบน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร
2. สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.5 ขอบข่ายงานวิจัย

ในการศึกษาคุณภาพน้ำประปาในระบบโครงข่ายท่อประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรนั้นมีการเก็บตัวอย่างน้ำ 13 จุด กระจายทั่วโครงข่าย การเก็บน้ำตัวอย่างจะทำการเก็บเดือนละ 2 ครั้งเป็นระยะเวลา 3 เดือน ทำการวิเคราะห์ pH คลอรีนตกค้าง ไนไตรท ไนเตรท และเชื้อโรค (โคลิฟอร์มรวม)

1.6 กิจกรรมดำเนินงาน

กิจกรรม	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. เขียนโครงร่างการทำงาน						
1. เก็บข้อมูลระบบประปา						
2. เก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์น้ำ						
3. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล						
4. ทำรายงานฉบับโครงร่าง						
5. ปรับปรุงแก้ไขรายงาน						
6. ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์						

1.7 งบประมาณที่ใช้ในการทดลอง

- ค่าอุปกรณ์ 500 บาท
- ค่าสารเคมี 2,000 บาท
- ค่าวัสดุ 500 บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 น้ำประปา

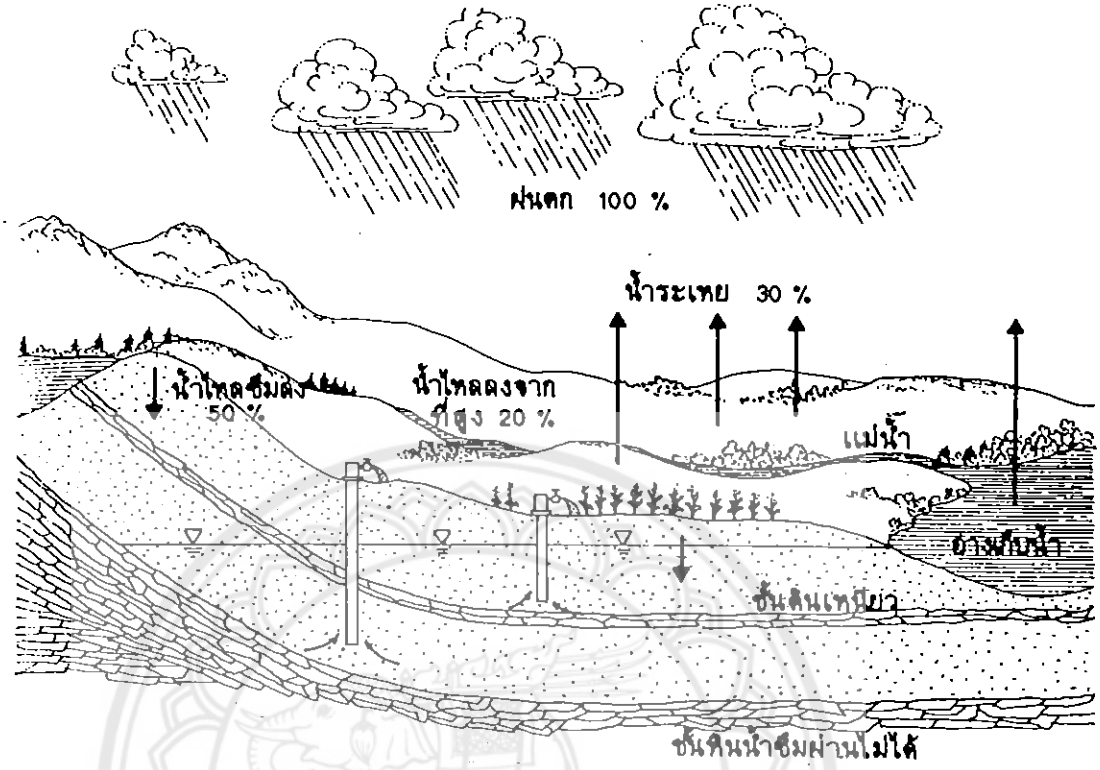
น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ สัตว์ต่างๆตลอดจนพืช มนุษย์ต้องการใช้น้ำในชีวิตประจำวันอย่างเห็นได้ชัด เช่น ใช้อุปโภคบริโภค ตลอดจนใช้ในเกษตรกรรม ฉะนั้นจึงควรแสวงหาแหล่งน้ำที่สะอาดไม่มีสารพิษและเชื้อโรคไว้สำหรับอุปโภคบริโภค ทำให้เกิดมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำหรือระบบการประปาขึ้น

การผลิตน้ำประปาได้พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่สมัยโบราณโดยมีเพียงบ่อตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนออกจากน้ำได้เป็นน้ำใสเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ต่อมาก็เริ่มมีการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ มีระบบจับตะกอนเล็กๆให้เป็นตะกอนที่ใหญ่เพื่อการตกตะกอนที่ดีขึ้น มีการลองใช้ถ่านเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำได้และถึงช่วงปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบผลิตน้ำประปามาตลอด

2.2 แหล่งน้ำดิบ

น้ำดิบที่จะนำมาผลิตน้ำประปานั้นนับวันจะมีปริมาณน้อยลงและมีคุณภาพที่ไม่ดีทำให้ระบบผลิตน้ำประปาในอนาคตจะต้องมีการเพิ่มและพัฒนากระบวนการผลิตให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำดิบ

น้ำดิบในแหล่งต่างๆเกิดขึ้นจากวงจรน้ำ ซึ่งนิยมเรียกว่าวัฏจักรน้ำ ดังรูปที่ 2.1 ความหมายของวัฏ-จักรน้ำ หมายถึงวงจรของน้ำที่เกิดขึ้นในธรรมชาติซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่มีวันจบสิ้นเหมือนวงจร เมื่อโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ก็จะทำให้น้ำบนผิวโลกเกิดการระเหยเป็นไอน้ำลอยสู่บรรยากาศเบื้องบน ซึ่งส่วนใหญ่ไอน้ำนี้เกิดจากการระเหยของน้ำทะเลและมหาสมุทร เป็นส่วนใหญ่นอกจากนี้ยังระเหยจากพื้นผิวดิน แม่น้ำ ลำธาร พืช สำหรับในประเทศไทยนั้นน้ำฝนเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นแหล่งเดียวที่ได้รับมา ซึ่งแตกต่างกับของประเทศทางตอนบนที่มีน้ำที่เกิดจากการละลายหิมะอีกส่วนหนึ่ง น้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นโลก ส่วนหนึ่งจะซึมลงไปในดิน ซึ่งดินชั้นบนหรือชั้นผิวดินจะอุ้มน้ำอยู่ได้จำนวนหนึ่งโดยสามารถช่วยทำให้พืชเจริญงอกงามได้ และน้ำที่พืชดูดขึ้นมานั้นก็จะระเหยออกจากต้นพืชกลายเป็นไอน้ำลอยขึ้นสู่บรรยากาศ บางส่วนของน้ำที่ซึมลงในดินก็จะซึมต่อไปด้วย แรงโน้มถ่วงของโลกลงสู่ชั้นดินลึกลงไปเรื่อยๆโดยเฉพาะถ้าเป็นชั้นดินพวกทราย กรวดและถ้าเป็นชั้นดินพวกดินเหนียว ดินดาน หินดาน ก็จะทำหน้าที่กักขังน้ำไว้กลายเป็นน้ำใต้ดินและน้ำอีกส่วนจะมีการไหลลงสู่ลำธาร คลอง แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ ทะเล มหาสมุทร ในที่สุดน้ำเหล่านี้ก็ระเหยอีกครั้งหนึ่งเป็นวัฏจักรที่ไม่มีวันสิ้นสุด



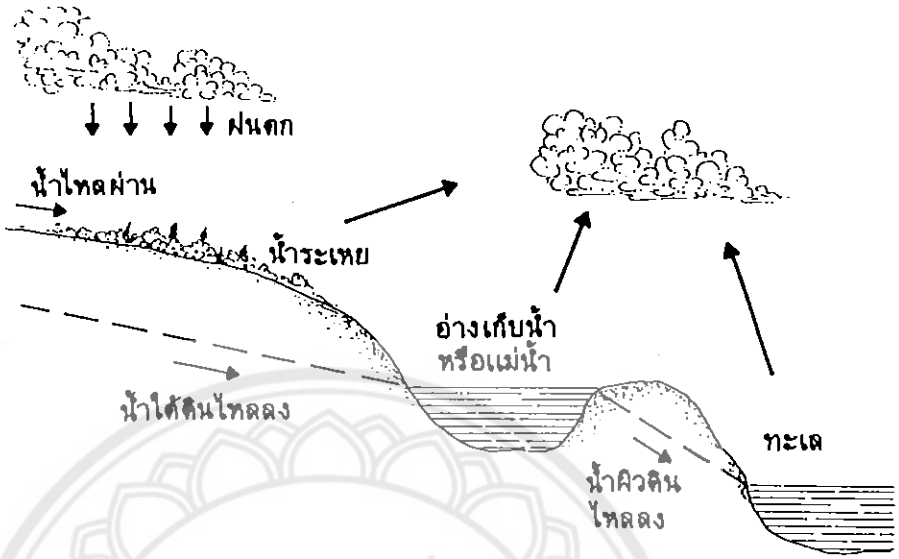
รูปที่ 2.1 แสดงวัฏจักรของน้ำ

ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

จากปรากฏการณ์ของน้ำที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ แหล่งน้ำดิบสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้

2.2.1 น้ำผิวดินทั่วไป

น้ำผิวดินเป็นแหล่งที่มีประโยชน์สำหรับประเทศไทยมากที่สุด ในที่นี้เป็นแหล่งน้ำจืดเท่านั้น โดยมีความหมายว่าเป็นส่วนของน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นดินแล้วไหลลงที่ต่ำตามลำธาร คลอง แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ และยังรวมถึงส่วนของน้ำที่ไหลล้นออกจากใต้ดินเข้ามาสบทบด้วย ปริมาณผิวน้ำจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณนั้นหรือบริเวณที่มีระดับสูงกว่าอ่างเก็บน้ำ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ลักษณะทั่วไปของน้ำผิวดิน
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

ก. คุณภาพน้ำผิวดินทั่วไป

น้ำผิวดินทั่วไปจะขาดคุณภาพที่ดี เช่นมีความขุ่น กลิ่น สี และเชื้อโรคต่างๆ โดยเฉพาะน้ำผิวดินที่ไหลผ่านย่านชุมชนหรือย่านอุตสาหกรรม ถ้าน้ำผิวดินมีสารเคมีปนเปื้อนมากจะยากที่จะบำบัดเพื่อทำเป็นน้ำประปาได้ด้วยราคาถูก สำหรับตะกอนหรือจุลชีพที่อยู่ในน้ำผิวดินอาจถูกกำจัดเพื่อทำเป็นน้ำประปาได้ไม่ยากนัก ในตารางที่ 2.1 แสดงคุณภาพน้ำผิวดินที่ไหลอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปที่มีความสะอาดพอสมควร

ตารางที่ 2.1 คุณภาพน้ำผิวดินทั่วไปในประเทศไทย

คุณภาพ	ขนาด	คุณภาพ	ขนาด
ทางกายภาพ :			
ความขุ่น	50	สี , หน่วยสี	50
ตะกอนละลายน้ำ mg/l TDS	150		
ทางเคมี :			
ไนโตรเจน mg/l	3	ฟอสฟอรัส , mg/l	0.05
ความกระด้าง	90	ความเป็นด่าง , mg/l	100
pH	7.5	แคลเซียม , mg/l	30
แมกนีเซียม	20	โซเดียม , mg/l	20
โปรแตสเซียม	2	เหล็ก , mg/l	0.5
ซัลเฟต	20	คลอไรด์ , mg/l	25
ฟลูออไรด์	0.2	ไนเตรท , mg/l	0.5
ทางชีววิทยา :			
โคโลฟอร์ม , MPN/100 ml	2000	ไวรัส , pfu/100 ml	10

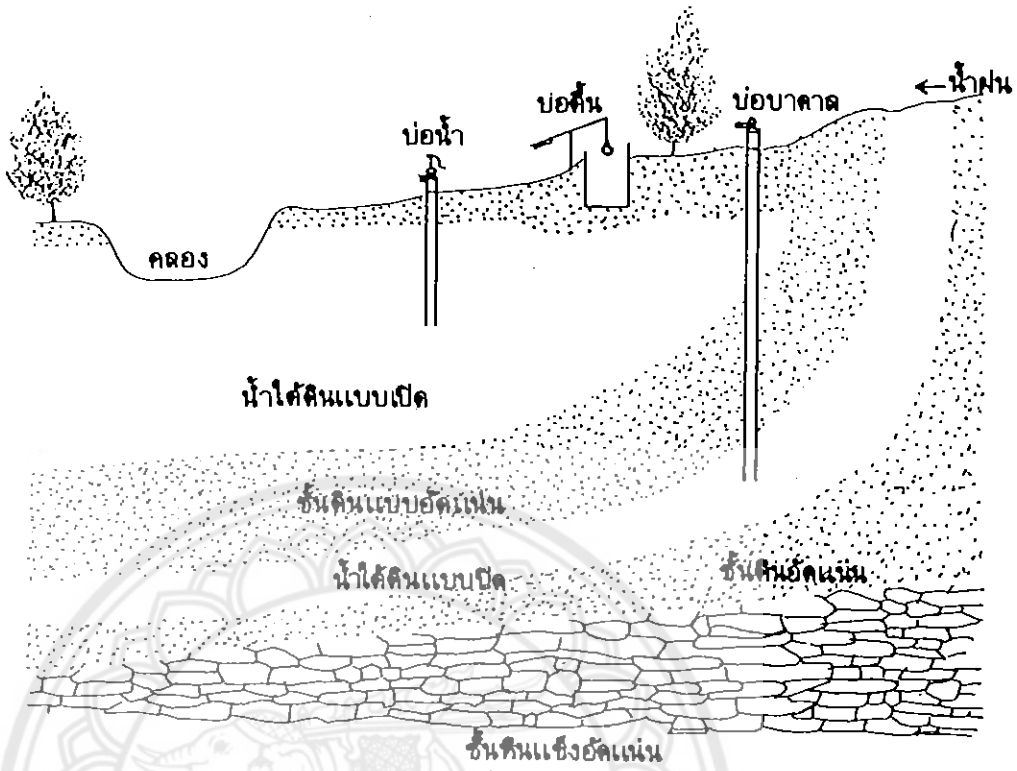
ที่มา : ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

ข. อ่างเก็บน้ำ

เป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทหนึ่ง ที่มีความสำคัญมากต่อการเก็บกักน้ำเพื่อการนำน้ำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ โดยมากอ่างเก็บน้ำจะรับน้ำมาจากน้ำฝนที่ไหลลงจากพื้นที่ที่สูงกว่ามารวมกันในอ่างเก็บน้ำ ดังนั้นความหมายของอ่างเก็บน้ำคือ ทะเลสาบน้ำจืดที่สร้างขึ้นโดยการก่อสร้างเพื่อขวางปิดกั้นลำน้ำธรรมชาติ ทำให้เกิดแหล่งเก็บกักน้ำฝนให้ปริมาณที่เหมาะสมสำหรับนำน้ำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

2.2.2 น้ำใต้ดินทั่วไป (Ground water)

เป็นน้ำที่อยู่ในชั้นดินบนพื้นผิวโลก โดยเป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างของชั้นดินหรือหิน ซึ่งต้นกำเนิดของน้ำใต้ดินมาจากน้ำในบรรยากาศและน้ำผิวดิน โดยปกติคุณภาพน้ำใต้ดินอยู่ในเกณฑ์ดี เช่น มีความใสปราศจากตะกอนความขุ่น ปราศจากเชื้อจุลชีพ เนื่องจากถูกกรองด้วยชั้นของดิน แต่สำหรับคุณ-ภาพทางเคมีของน้ำใต้ดินมักจะไม่แน่นอนเพราะจะมีแร่ธาตุและสารเคมีละลายปะปนอยู่ในน้ำโดยมีปริมาณมากกว่าน้ำผิวดิน รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะน้ำใต้ดิน



รูปที่ 2.3 ลักษณะน้ำใต้ดิน

ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

ก. ลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน

ชั้นดินหรือชั้นหินที่มีน้ำจนอิ่มตัว และมีปริมาณน้ำมากพอที่จะนำขึ้นมาใช้นิยมเรียกว่าชั้นให้น้ำโดยชั้นให้น้ำมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ชั้นให้น้ำแบบเปิด (Unconfined Aquifiers) เป็นชั้นที่มักอยู่ใต้ผิวดินที่ระดับตื้น ระดับน้ำจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล เช่นฤดูแล้งระดับน้ำจะอยู่ลึก ฤดูฝนระดับน้ำจะอยู่ตื้น

2. ชั้นให้น้ำแบบปิด (Confined Aquifiers) เป็นชั้นที่มักอยู่ใต้ผิวดินที่ลึกลงไปอีกโดยที่มีชั้นของดินหรือหินที่น้ำซึมผ่านได้ยากปกคลุมด้านบน ทำให้น้ำในชั้นนี้มีความดัน มลพิษจากพื้นดินยากที่จะลงไปปนเปื้อนน้ำในชั้นนี้ได้ แต่อาจมีแร่ธาตุต่างๆได้ เนื่องจากน้ำในชั้นนี้อาจมีการซึมผ่านหินเกลือหรือพวกสนิมเหล็กได้

ข. คุณภาพน้ำใต้ดิน

คุณภาพน้ำใต้ดินจะมีความแตกต่างกันระหว่างสถานที่หนึ่งกับอีกสถานที่หนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของชุมชนที่อยู่รอบ ๆ พื้นที่และประเภทของชั้นดิน ดังนั้นขณะที่ทำการขุดสำรวจแหล่งน้ำใต้ดินจำเป็นต้องทราบว่าขุดน้ำบาดาลลึกกี่เมตร มีความสามารถสูบขึ้นมาใช้ได้กี่ลบ.ม.ต่อนาที มีคุณภาพ

ของน้ำบาดาลเป็นอย่างไร ถ้ามีคุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการบำบัดให้เป็นน้ำสะอาดเสียก่อน สำหรับในตารางที่ 2.2 จะได้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำใต้ดินทั่วไป

ตารางที่ 2.2 คุณภาพน้ำใต้ดินทั่วไป

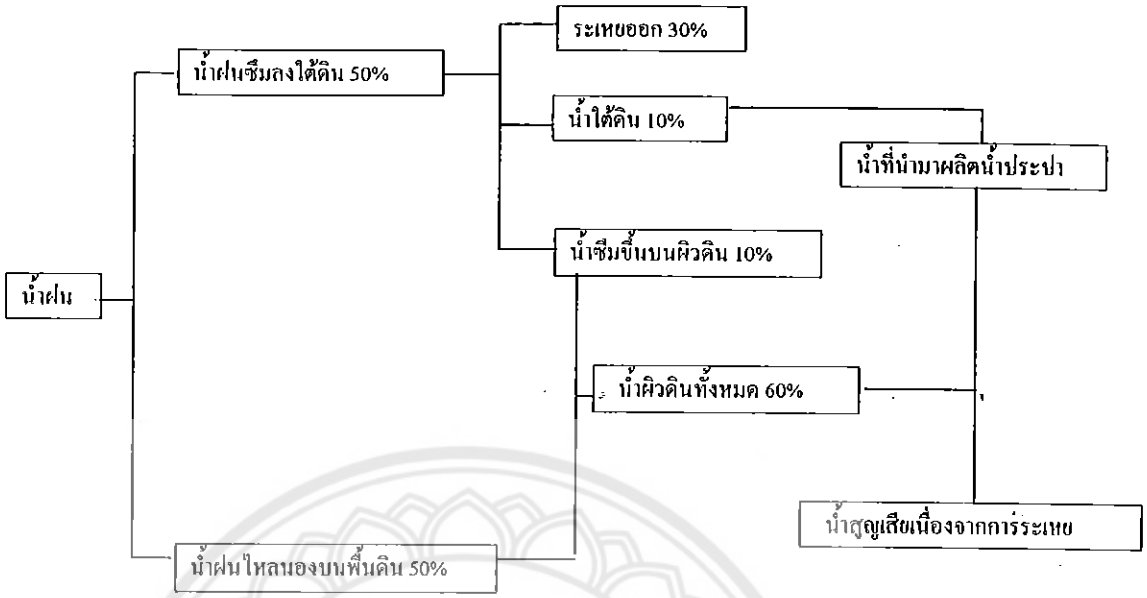
คุณภาพ	ขนาด	คุณภาพ	ขนาด
ทางกายภาพ :			
ความขุ่น	0.5	ตะกอนละลายน้ำ mg/l TDS	250
ทางเคมี :			
ไนโตรเจน mg/l	10	ฟอสฟอรัส , mg/l	0.01
ความกระด้าง	120	ความเป็นด่าง , mg/l	150
pH	7.5	แคลเซียม , mg/l	40
แมกนีเซียม	5	โซเดียม , mg/l	5
โปรแตสเซียม	2	เหล็ก , mg/l	0.1
ซัลเฟต	10	คลอไรด์ , mg/l	25
ฟลูออไรด์	0.1	ไนเตรท , mg/l	10
ทางชีววิทยา :			
โคลิฟอร์ม , MPN/100 ml	100	ไวรัส , pfu/100 ml	1.0

ที่มา : ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมโรจน์ , 2539

2.2.3 น้ำฝน

น้ำฝนเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่สุดในโลก น้ำฝนที่ตกลงมาจะถูกนำมาใช้เป็นแหล่งน้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำประปา โดยมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนไม่มากนัก ดังแสดงในรูปที่ 2.4

ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงลักษณะของแหล่งน้ำฝนทั่วไป ลักษณะของแหล่งน้ำฝน แหล่งน้ำฝนมีความใสสะอาดมากกว่าน้ำธรรม-ชาติชนิดอื่นๆ เพราะเป็นแหล่งน้ำต้นกำเนิดจากบรรยากาศ แต่คุณภาพน้ำฝนจะดีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญๆ คือ คุณภาพอากาศของพื้นที่บริเวณนั้น หลังคาและภาชนะกักเก็บน้ำฝน



รูปที่ 2.4 การกระจายน้ำฝนไปตามแหล่งน้ำประเภทต่างๆ

สำหรับคุณภาพน้ำฝนจะมีคุณภาพที่ดีมีความใสสะอาด ปราศจากแร่ธาตุต่างๆ ตารางที่ 2.3 แสดงคุณภาพน้ำฝนที่ต่างกัน

ตารางที่2.3 คุณภาพน้ำฝนทั่วไป

คุณภาพ	ขนาด	คุณภาพ	ขนาด
ทางกายภาพ :			
ความขุ่น	0	ตะกอนละลายน้ำ mg/l TDS	250
ทางเคมี :			
แอมโมเนีย , mg/l	10	ฟอสฟอรัส , mg/l	0.01
ความกระด้าง	120	ความเป็นด่าง , mg/l	150
pH	7.0	แคลเซียม , mg/l	40
แมกนีเซียม	2	โซเดียม , mg/l	5
เหล็ก , mg/l	0.05	คลอไรด์ , mg/l	5
ซัลเฟต , mg/l	4	ไนเตรท , mg/l	0.1
ทางชีววิทยา :			
โคโลฟอร์ม , MPN/100 ml	0	ไวรัส , pfu/100 ml	0

ที่มา : ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมโรจน์ , 2539

2.3 กระบวนการผลิตน้ำประปา

เนื่องจากน้ำผิวดินที่มีอยู่ในธรรมชาติส่วนใหญ่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้โดยตรงเพราะอาจมีสารบางอย่างหรือเชื้อโรคต่างๆ ปะปนอยู่ ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคและเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้ใช้น้ำ หรืออาจทำให้เกิดโรคระบาดแพร่หลายไปทั่ว ก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ได้ ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะกับการอุปโภคบริโภคเสียก่อนจึงจะนำไปใช้ โดยยึดหลักเกณฑ์ดังนี้

1. ต้องไม่มีจุลชีพใดๆ หลงเหลืออยู่ในน้ำประปาตั้งแต่โรงผลิตน้ำประปาจนกระทั่งถึงก๊อกน้ำตามอาคาร
2. ต้องไม่มีพวกสารอินทรีย์ใด ๆ ทั้งที่แขวนลอยและละลายอยู่ในน้ำหลงเหลืออยู่ในน้ำประปา
3. ต้องกำจัดก๊าซต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำออกจากน้ำประปา
4. ต้องกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่ไม่พึงประสงค์ทั้งที่เป็นสารแขวนลอยและสารที่ละลายอยู่ในน้ำประปา เช่น กำจัดเหล็กออกจากน้ำให้เหลือน้อยที่สุดที่มาตรฐานกำหนดไว้และต้องควบคุมสารพวกฟลูออไรด์ในน้ำประปาให้เหลือไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร
5. ต้องกำจัดสารพิษอันตรายต่างๆ ออกจากน้ำประปาให้หมด ทั้งที่เป็นสารพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ในลักษณะเรื้อรังและลักษณะฉับพลัน เช่น แคดเมียม ตะกั่ว ฟีนอล และไซยาไนด์
6. ต้องกำจัดสีต่าง ๆ ออกจากน้ำให้หมดหรืออย่างน้อยไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้
7. ต้องกำจัดกลิ่นและรสของน้ำประปาให้ได้มากที่สุด โดยไม่ทำให้น้ำประปามีกลิ่นและรสที่น่ารังเกียจต่อผู้บริโภค

2.3.1 การปรับปรุงคุณภาพขั้นต้น (Pretreatment)

การใช้น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำดิบ คุณภาพน้ำจะมีความสัมพันธ์กับการเกษตรกรรมในบริเวณพื้นที่ให้น้ำ ท่อระบายน้ำ และน้ำที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำ ในฤดูฝนน้ำดิบที่จะนำมาใช้จะมีพวกอินทรีย์วัตถุและตะกอนดินปนอยู่มาก ส่วนในฤดูร้อนน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำอาจทำให้คุณภาพน้ำดิบต่ำลง จึงจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบก่อนโดยมีวิธีดังนี้

2.3.1.1 อ่างเก็บน้ำ (Raw water storage)

แหล่งน้ำที่เป็นน้ำผิวดินมักจะมีอ่างกักเก็บน้ำเพื่อให้เกิดการฟอกตัวเองตามธรรมชาติ ในการปรับปรุงตัวเองตามธรรมชาตินี้จะทำให้ปริมาณสารแขวนลอย และความกระด้างลดลง แบคทีเรียที่ทำให้เกิดสีจะถูกแดดเผาทำให้ปริมาณลดน้อยลง และโปรโตซัวซึ่งกินแบคทีเรียเป็นอาหารจะเจริญเติบโตและเป็นตัวช่วยให้การฟอกตัวเองของน้ำดีขึ้น

2.3.1.2 ตะแกรง (Screening)

น้ำผิวดินมักมีสิ่งปะปน เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ ถุงพลาสติก ตลอดจนสารแขวนลอยต่างๆ ที่เป็นต้นเหตุของความขุ่น จึงจำเป็นต้องจำกัดสิ่งเหล่านี้ออกซึ่งทำได้โดยใช้ตะแกรงซึ่งมีทั้งตะแกรงหยาบและละเอียด

2.3.2 ระบบผลิตน้ำประปา

ประกอบด้วยระบบต่างๆดัง ต่อไปนี้

2.3.2.1 ถังสร้างตะกอน (Coagulation)

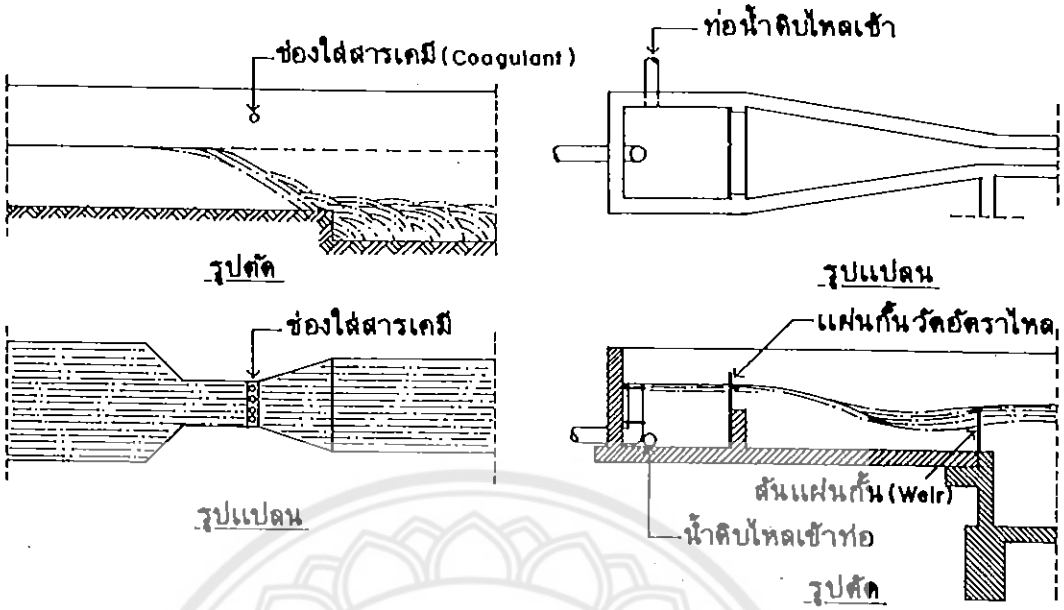
มีจุดประสงค์เพื่อทำให้อนุเล็กๆ จับตัวกันเป็นมวลรวมที่ใหญ่ขึ้น การสร้างตะกอนจะเกิดขึ้นเมื่อเราเติมสารเคมีลงไปแล้วกวนอย่างรวดเร็วเพื่อช่วยให้สารเคมีกระจายอย่างทั่วถึงทำให้อนุเล็กๆ ในน้ำรวมตัวกันได้มากขึ้น ส่วนขั้นตอนซึ่งประกอบไปด้วย การรวมตัวของตะกอน เป็นขั้นตอนถัดจากการสร้างตะกอน คือ การเกิดตะกอน ซึ่งทำให้มวลรวม รวมตัวกันเป็นกลุ่มพร้อมที่จะตกตะกอนได้

ก. ถังกวนเร็ว (Rapid Mixing)

คือ การทำให้สารเคมีที่ใส่ลงไปกระจายเข้ากับน้ำดิบได้อย่างทั่วถึง เพื่อให้สารเคมีไปทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์ สารเคมีที่ใช้ในการกวนเร็วได้แก่ สารส้ม เฟอรัสซัลเฟต หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต ซึ่งมีการเติมหลายวิธี ดังรูปที่ 2.5

1). ไฮดรอลิคจั้มพ์ คือปรากฏการณ์ที่มวลน้ำที่ไหลด้วยความเร็วสูงแล้วเปลี่ยนเป็นความเร็วต่ำอย่างกะทันหันเกิดการปั่นป่วนของน้ำ ทำให้การผสมสารเคมีได้ผลดีขึ้น วิธีเหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับประเทศที่กำลังพัฒนา เพราะวิธีนี้ไม่ต้องใช้เครื่องจักรกลใดๆ เลย ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาซ่อมแซมดูแลรักษาเครื่องจักร

2). การกวนโดยใช้เครื่องจักรกล(Mechanical mixer) วิธีนี้ค่าสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่าน้อย และไม่มีผลกระทบกระเทือนจากความแปรปรวนของอัตราไหลของน้ำ

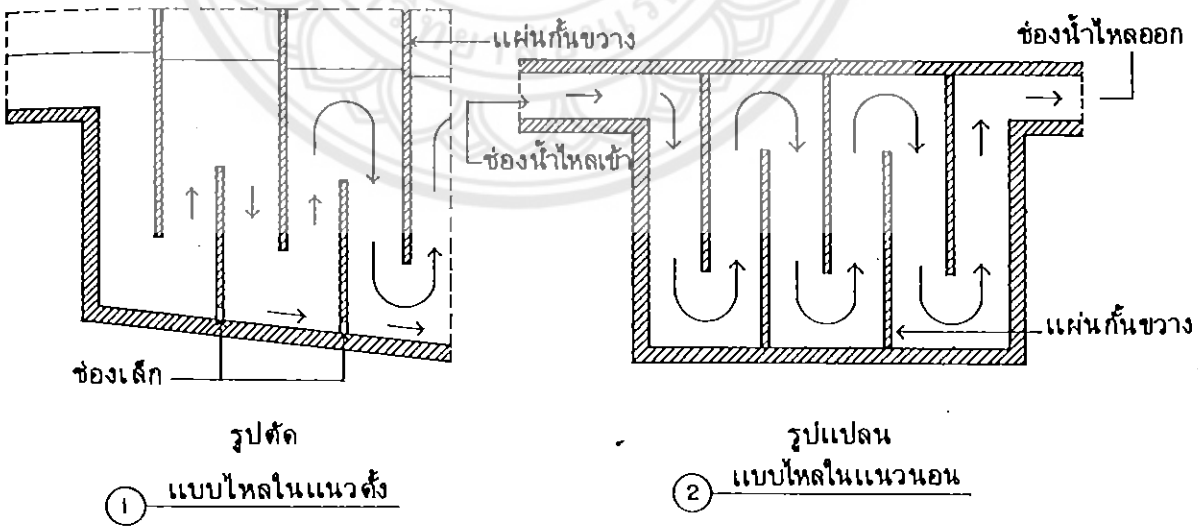


รูปที่ 2.5 ระบบถังกวนเร็วแบบต่าง ๆ

ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

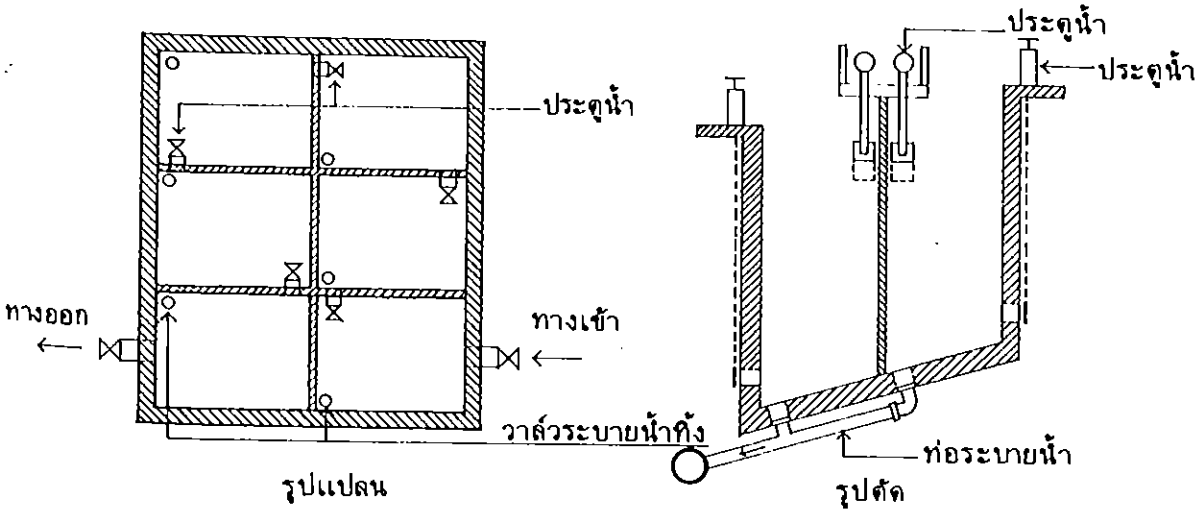
ข. การกวนช้า (Flocculation)

คือ การกวนน้ำที่ใส่สารสร้างตะกอนและผ่านขั้นตอนการกวนเร็วแล้วจึงกวนอย่างช้า เพื่อให้ตะกอนเล็กๆในน้ำเกิดการรวมตัวให้ใหญ่และมีน้ำหนักมากขึ้นจนสามารถตกตะกอนได้ดี ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ระบบถังกวนช้าแบบต่าง ๆ

ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539



(3) แบบไหลลักษณะ Heliocoidal

รูปที่ 2.6 ระบบถังกวนช้าแบบต่าง ๆ (ต่อ)
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.3.2.2 การตกตะกอน (Sedimentation)

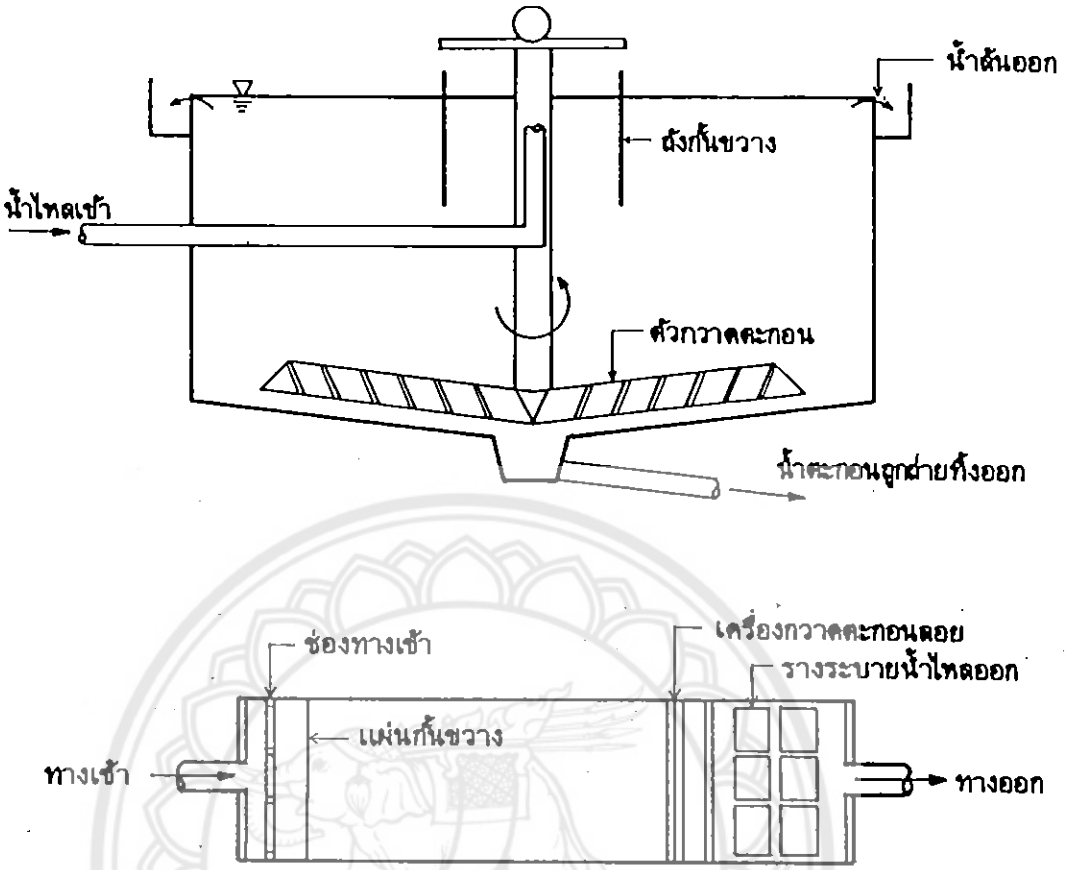
การตกตะกอนในระบบผลิตน้ำประปา เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากกระบวนการหนึ่ง ทำหน้าที่แยกตะกอนออกจากน้ำดิบ ทำให้ได้น้ำใส สำหรับตะกอนที่ตกลงสู่ก้นถังจะถูกปล่อยออกหรือสูบออกด้วยเครื่องสูบตะกอน ซึ่งการตกตะกอนนี้จะเกิดในถังตกตะกอน

ถังตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ โดยแบ่งตามลักษณะทิศทางการไหลของน้ำ โดยได้แสดงดังรูปที่ 2.7

ก. ประเภทที่ 1 ถังตกตะกอนแบบไหลในแนวนอน (Horizontal flow) โดยมากจะเป็นถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ข. ประเภทที่ 2 ถังตกตะกอนแบบไหลในแนวดิ่ง (Vertical flow) โดยมากจะเป็นถังตก-ตะกอนรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสและทรงกลม

ค. ประเภทที่ 3 ถังตกตะกอนแบบไหลไปตามแผ่นหรือท่อเอียง (Plate-type หรือ Tube-type) เป็นถังที่มีแผ่นหรือท่อวางเอียงอยู่น้ำของถังตกตะกอน

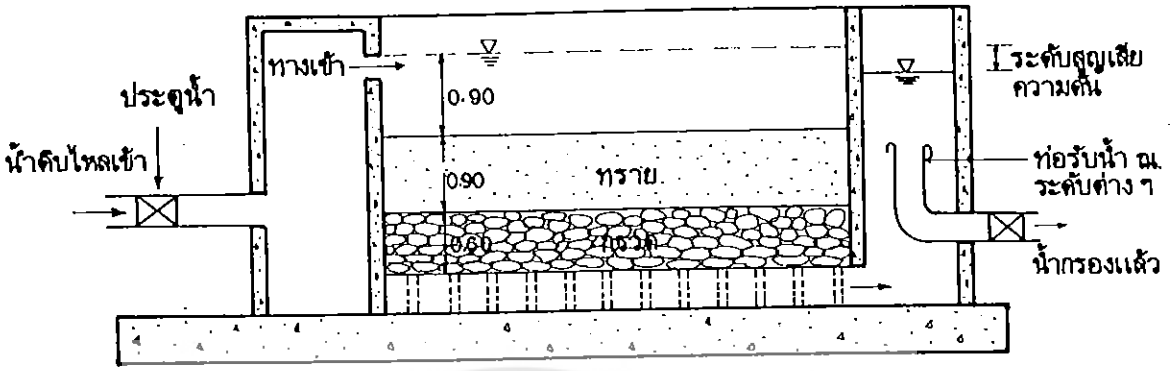


รูปที่ 2.7 ประเภทของถังตกตะกอน
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.3.2.3 การกรองน้ำ (Filtration)

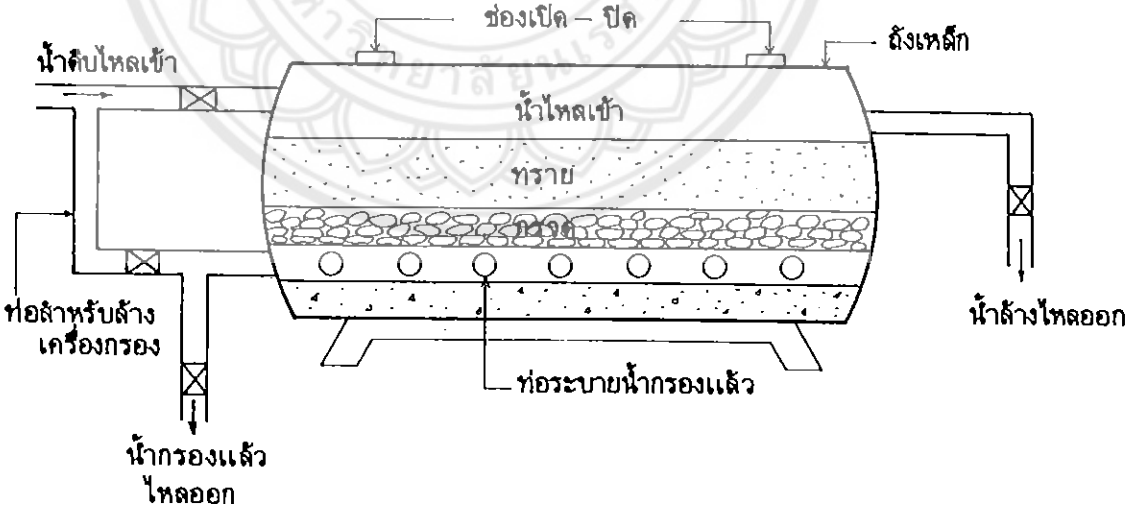
การกรองน้ำเป็นกระบวนการผลิตน้ำประปาที่สำคัญมาก เพราะจะทำหน้าที่กรองหรือแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำที่ไหลล้นมาจากถังตกตะกอน ซึ่งได้ผ่านกระบวนการสร้างตะกอนแล้วน้ำที่ผ่านการกรองน้ำแล้วจะมีความใสมากปราศจากตะกอนแขวนลอยต่าง ๆ มีความขุ่นต่ำ โดยทั่วไประบบกรองน้ำจะใช้ทราย ระบบกรองน้ำมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ โดยแบ่งตามอัตราการกรองน้ำ คือ

ก. ระบบถังกรองช้า (Slow sand filter) เหมาะสำหรับชุมชนเล็กๆ และน้ำดิบที่มีความขุ่นไม่เกิน 50 หน่วย (JTU) ดังรูปที่ 2.8



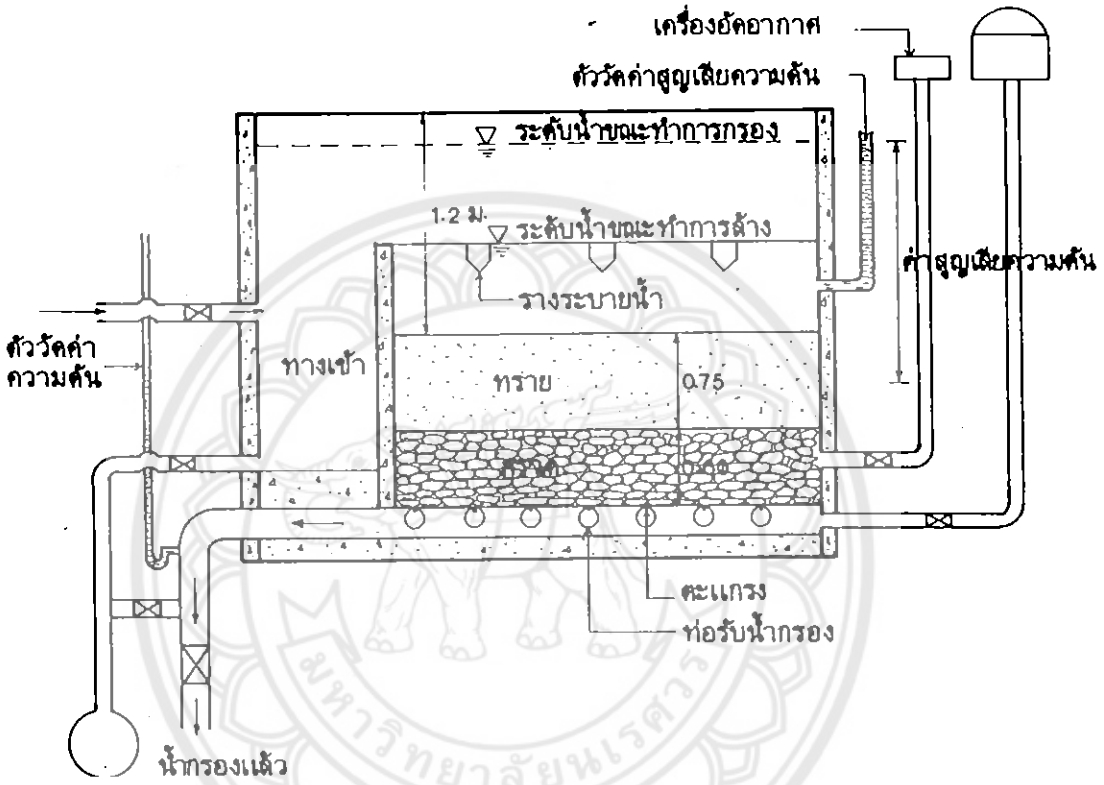
รูปที่ 2.8 แสดงเครื่องกรองช้า
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

ข. ระบบถังกรองเร็ว (Rapid sand filter) ใช้ได้ทั่วไป โดยเฉพาะชุมชนใหญ่ๆ และน้ำดิบที่มีความขุ่นมาก แต่ต้องใช้ผู้ควบคุมที่มีความรู้ความชำนาญสูง ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงเครื่องกรองเร็ว
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

ค. ระบบกรองแบบใช้ความดัน (Water softening plant) ใช้เมื่อน้ำดิบมีความกระด้างสูงกว่ามาตรฐานมีหลายระบบ เช่น Zeolite softening plant , Lime soda softening plant เป็นต้นดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงเครื่องกรองความดัน
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.3.3 การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)

การฆ่าเชื้อโรคในระบบผลิตน้ำประปา โดยมากจะเป็นกระบวนการผลิตขั้นสุดท้าย คือ กายหลังจากกระบวนการกรองน้ำก็จะนำมาฆ่าเชื้อโรคที่มีเหลืออยู่ในน้ำใส ซึ่งส่วนมากมักจะใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา แต่ในต่างประเทศหลายแห่งได้เปลี่ยนจากการใช้คลอรีนไปใช้โอโซนสำหรับการฆ่าเชื้อโรค โดยทั่วไปน้ำที่ผ่านการกรองแล้วยังคงมีสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

- มีจุลชีพต่างๆ
- มีกลิ่นและรสที่ไม่พึงปรารถนา
- มีสี

- สารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ (Disinfection inorganic salts)

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนำน้ำที่ผ่านการกรองแล้วมาผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรค โดยใช้สารเคมีที่เรียกว่า Disinfectants ซึ่งมีเกณฑ์ในการเลือกดังนี้

1) สามารถกำจัดจุลชีพที่ก่อให้เกิดโรคได้ภายในเวลาจำกัด

2) ไม่ควรทำให้น้ำประปาเปลี่ยนคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมี

3) ไม่ควรทำให้น้ประปาเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ก่อให้เกิดสารพิษจนบริโภคไม่ได้

4) ควรมี Disinfectants หลงเหลือในน้ำประปาที่ภายในท่อประปาตลอดเวลาเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อโรค

5) สามารถวัด Disinfectants ได้โดยวิธีง่ายๆ

6) การเก็บสารเคมี Disinfectants สามารถกระทำได้ง่ายและมีความปลอดภัย

2.3.3.1 วิธีการฆ่าเชื้อโรค

วิธีการฆ่าเชื้อโรคมีอยู่หลายวิธีโดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 พวก ใหญ่ๆ คือ

- วิธีทางกายภาพ
- วิธีทางกัมมันตรังสี
- วิธีทางเคมี

โดยวิธีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปามี 7 วิธีดังนี้

1). วิธีต้มน้ำให้ถึงอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส การต้มน้ำให้ถึงจุดเดือดเป็นเวลา 15-20 นาที เชื้อจุลชีพจะถูกฆ่าหมด แต่มีข้อเสียคือทำให้รสชาติของน้ำเสียไปและเป็นวิธีที่ไม่ประหยัด เช่นน้ำที่ผลิตที่โรคประปา

2). วิธีเติมก๊าซโอโซน ก๊าซโอโซน (O_3) ประกอบด้วยออกซิเจนสามอะตอมแต่มีอยู่หนึ่งอะตอมที่ง่ายต่อการแตกตัวออกมา ทำให้ก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่ไม่มีเสถียรภาพแต่เป็นสรที่มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคสูง ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นและรสชาติ สำหรับข้อเสียคือราคาแพงกว่าคลอรีน เพราะว่าโอโซนเป็นก๊าซไม่เสถียรทำให้ไม่สามารถเก็บได้นาน

3). วิธีเติมด่างให้มีปริมาณมากเกินพอ การเติมด่าง เช่น ปูนขาวลงในน้ำประปาทำให้น้ำประปามีคา pH สูงขึ้น ซึ่งทำให้ฆ่าเชื้อโรคได้ แต่ไม่เหมาะกับชุมชนทั่วไปเพราะต้องกำจัดปูนขาวส่วนเกินก่อนนำไปใช้

4). วิธีเติมไอโอดีนและโบรมีน สารฆ่าเชื้อโรคดังกล่าวเป็นสารฆ่าเชื้อโรคที่ดีแต่มีข้อเสีย คือ มีราคาสูง ทำให้น้ำมีกลิ่นและรส แต่นิยมใช้ในสระว่ายน้ำ

5). วิธีใช้แสง Ultraviolet (UV) แสง UV นี้มีความความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคสูง แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือราคาสูง ไม่มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคในท่อประปา และไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคที่มีความขุ่นเกิน 15 หน่วย

6). วิธีใช้ Potassium permanganate ($KMnO_4$) การใช้สาร $KMnO_4$ ฆ่าเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคอหิวาตกโรคได้ผลดีมาก แต่ไม่สามารถฆ่าพวกแบคทีเรียอื่นๆได้ วิธีนี้มักใช้ฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำประปาตามชนบท

7). วิธีเติมคลอรีน วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กำจัดเชื้อโรคต่างๆ และมีสารคลอรีนหลงเหลือในท่อน้ำประปาจนถึงก๊อกน้ำประปาในบ้าน

2.3.3.2 ระบบคลอรีน

การเติมคลอรีนในน้ำประปาสามารถฆ่าเชื้อโรค กำจัดกลิ่นและรสได้ คลอรีนยังกำจัดพวกแอมโมเนีย เหล็ก แมงกานีสได้อีกด้วย

ข้อดีของการใช้คลอรีนในน้ำประปา

1). ราคาถูก

2). มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคสูง

3). สามารถจัดหาได้ง่าย

4). ไม่มีพิษและอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ใหญ่ เมื่อมีปริมาณไม่มาก

5). คลอรีนสามารถมีหลงเหลือในน้ำประปา

ข้อเสียของการใช้คลอรีนในน้ำประปา

1). จะเกิดสภาพกรด ได้แก่ HCl

2). มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น

3). เกิดสารพวก Carcinogenic ซึ่งก่อให้เกิดมะเร็งได้

4). ต้องระวังปริมาณที่เติมลงไปในประปาและระบบเติมคลอรีนที่ใช้ก๊าซคลอรีน

2.3.4 ระบบผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำดิบ

การประปาแต่ละแห่งใช้แหล่งน้ำที่มีลักษณะสมบัติแตกต่างกันไป กรรมวิธีการผลิตจึงขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำดิบ แต่พอจำแนกประเภทการผลิตได้

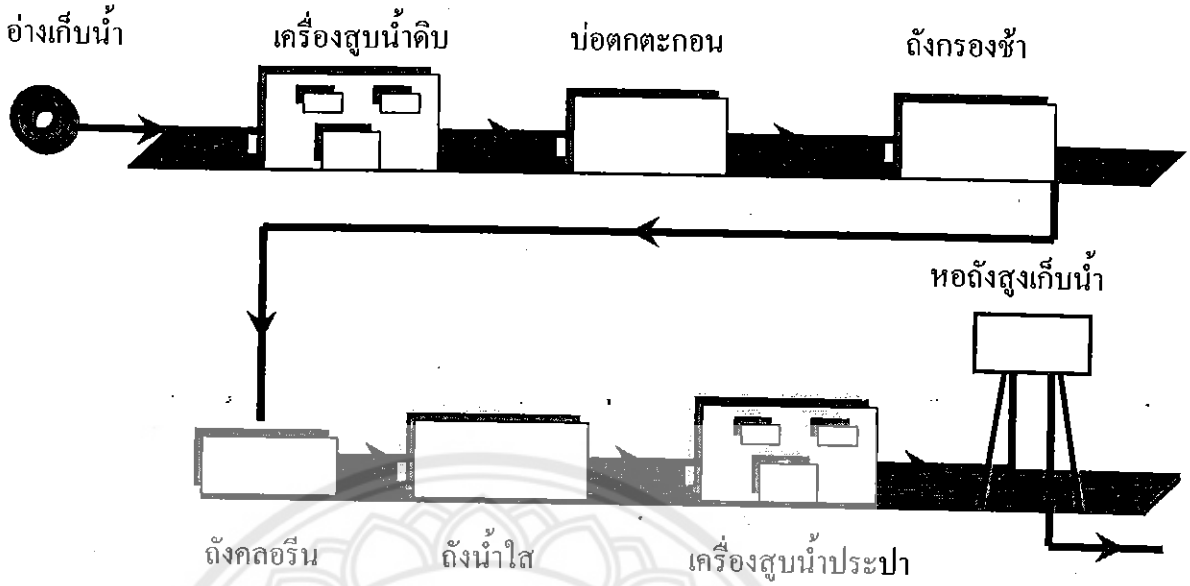
ก.การผลิตประปาจากน้ำบาดาลบาดาล

ถ้าสามารถหาแหล่งน้ำบาดาลมีปริมาณเพียงพอ และคุณภาพของน้ำดีเทียบเท่ามาตรฐานน้ำดื่มที่กำหนดไว้ การเลือกใช้บ่อบาดาลเป็นแหล่งน้ำทำดิบจัดว่าสมควรที่สุดเพราะไม่ต้องใช้กรรมวิธีกำจัดสิ่งปะปนใดๆ อาจใช้เครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์เพียงเครื่องเดียวสูบโดยตรงจากบ่อบาดาลไปสู่ถังเก็บเพื่อจ่ายบริการต่อไป แม้ว่าน้ำบาดาลทั่วไปจะปราศจากเชื้อโรคก็ยังแนะนำให้มีการฆ่าเชื้อโรค โดยเติมน้ำยาคลอรีนลงในถังเติมคลอรีนก่อนสูบขึ้นหอถังสูง เพื่อให้คลอรีนมีเวลาทำทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนที่น้ำมีอยู่ คลอรีนจะช่วยฆ่าเชื้อโรคที่อาจตกค้างอยู่ตามท่อประปา ระบบผลิตดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ระบบผลิตประปาจากน้ำบาดาล

ข. ระบบผลิตประปาจากอ่างเก็บน้ำ

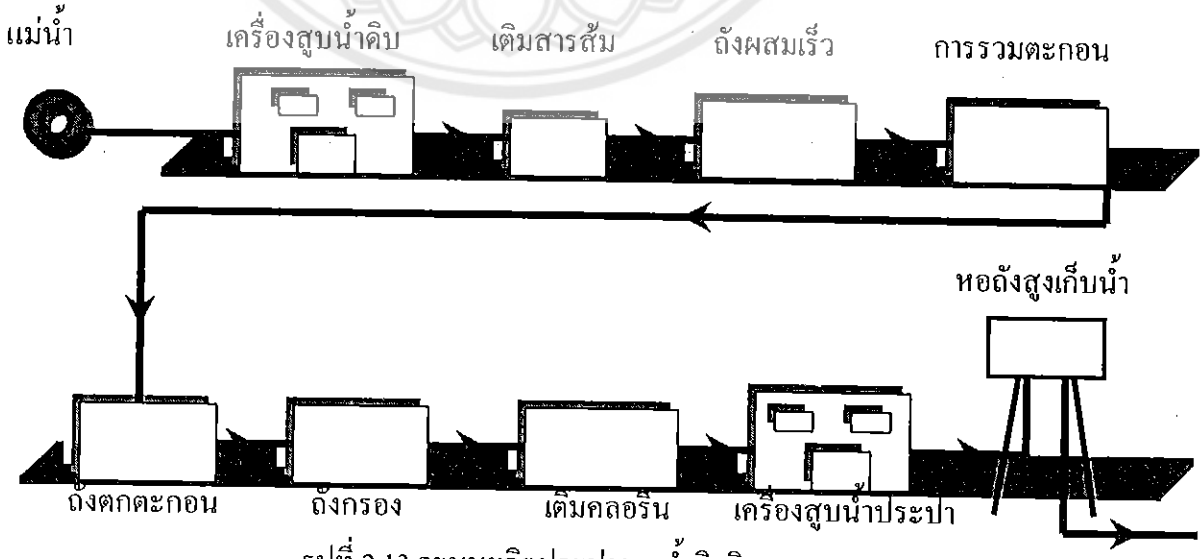
น้ำในอ่างเก็บน้ำหรือทะเลสาบถ้าที่อยู่ห่างจากถิ่นที่อยู่อาศัยจะมีลักษณะใสและสะอาดพอสมควรแต่ไม่สามารถนำมาใช้โดยตรงได้จึงต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน ในกรณีนี้อาจใช้ระบบทรายกรองช้า ซึ่งไม่ต้องอาศัยสารส้มช่วยตกตะกอนก่อน การประปาบางแห่ง เช่น ที่อำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น จะมีสระตกตะกอนเพื่อทำให้น้ำใสก่อนเข้าสู่ระบบทรายกรอง เพราะในฤดูฝนน้ำอาจมีความขุ่นเพิ่มขึ้นและไม่เหมาะสมที่จะผ่านเข้าสู่ถังกรองโดยตรง เนื่องจากจะทำให้ทรายกรองอุดตันเร็ว หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปาตามปกติดังรูป 2.12



รูปที่ 2.12 ระบบผลิตประปาจากจากอ่างเก็บน้ำ

ค. ระบบประปาน้ำผิวดิน

การประปาชุมชนขนาดใหญ่ส่วนมากจะอาศัยแหล่งน้ำจากแม่น้ำ เนื่องจากมีปริมาณมากพอเพียง น้ำผิวดินประเภทนี้มีความขุ่นสูง ดังนั้นกรรมวิธีการผลิตจึงต้องอาศัยสารช่วยทำให้ตกตะกอนเร็วขึ้น เช่น สารส้ม กรรมวิธีตั้งแต่การผสมสารส้ม เกิดตะกอน ตกตะกอนจนกระทั่งกรองมักนิยมเรียกรวมว่าระบบทรายกรองเร็ว จากนั้นจึงเข้าสู่ระบบผลิตประปาตามปกติดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ระบบผลิตประปาจากน้ำผิวดิน

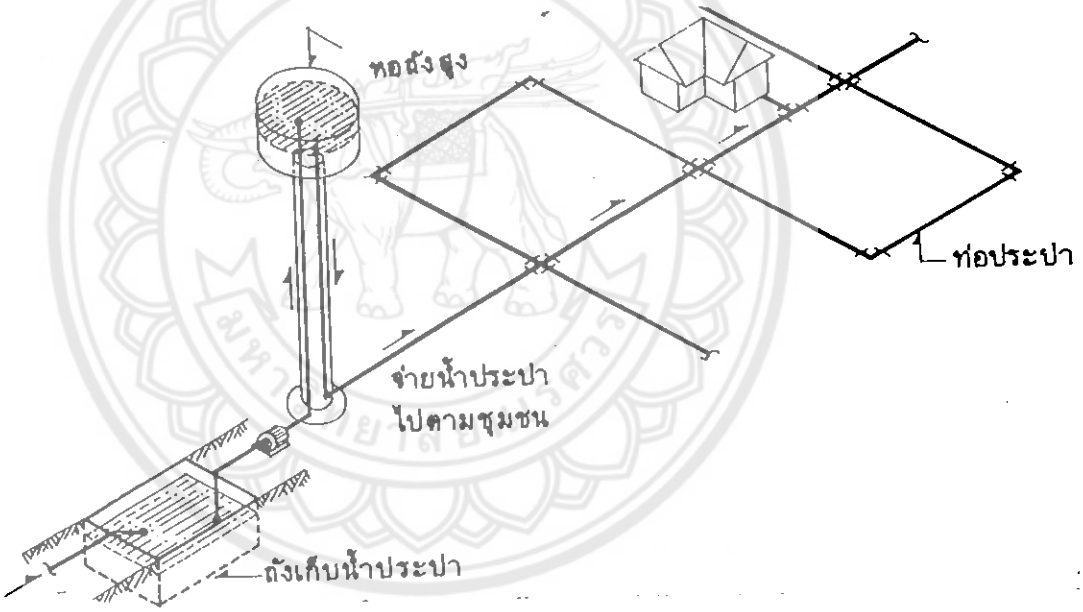
2.4 ระบบจ่ายน้ำประปา

2.4.1วิธีการจ่ายน้ำประปา

ระบบแจกจ่ายน้ำประปาเป็นการแจกจ่ายน้ำประปา ตั้งแต่โรงผลิตน้ำประปาแจกจ่ายไปยังชุมชนถึงทุกอาคาร โดยวิธีการแจกจ่ายน้ำประปามีด้วยกันหลายวิธีขึ้นกับสภาพของพื้นที่ชุมชนนั้นๆ

1. วิธีอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก

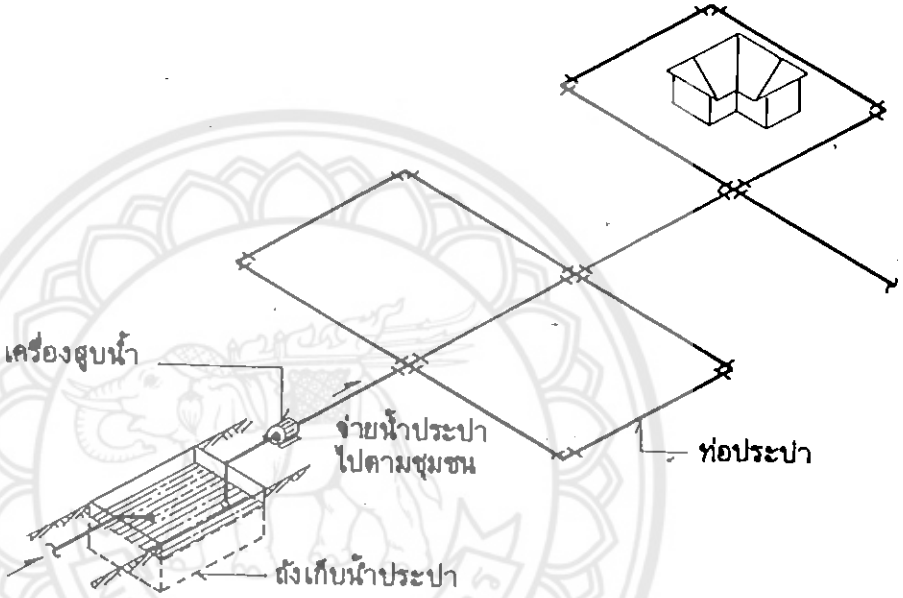
วิธีนี้อาศัยหลักการว่า ระดับน้ำจากแหล่งที่อยู่สูงกว่าชุมชนมากเพียงพอ คือมีทั้งความเร็วและความดันภายในท่ออย่างเหมาะสม วิธีนี้จะอาศัยความสูงของระดับดินปกติและหอถังสูง เพื่อเป็นจุดปล่อยน้ำประปาแจกจ่ายไปยังชุมชน วิธีแจกจ่ายน้ำประปาวิธีนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งเพราะถ้ากระแสไฟฟ้าดับ ระบบจ่ายน้ำประปาก็ยังจ่ายน้ำประปาได้ตามปกติในช่วงเวลาหนึ่ง



รูปที่2.14 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีแรงโน้มถ่วงของโลก
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2. วิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรง

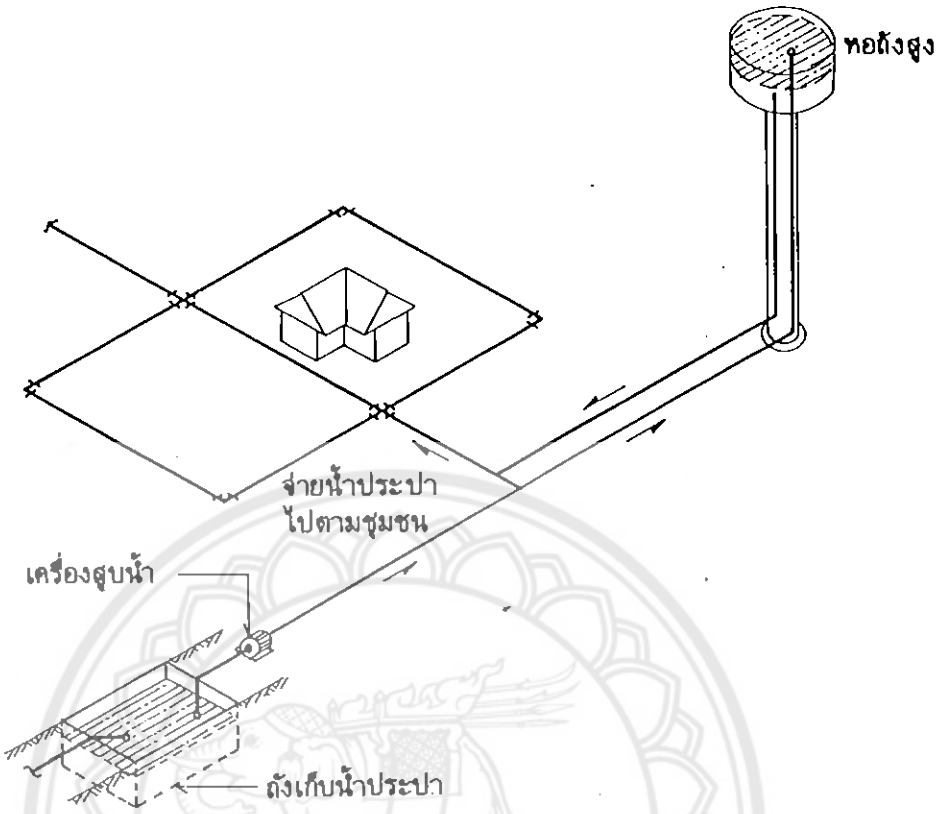
วิธีนี้อาศัยเพียงเครื่องสูบน้ำ ทำการจ่ายน้ำไปตามท่อประธานของระบบโดยตรง ความเร็วและความดันของน้ำภายในท่อจะถูกควบคุมโดยเครื่องสูบน้ำและขนาดท่อประปาที่ออกแบบไว้ ระบบจ่ายน้ำประปาระบบนี้ไม่ต้องใช้หอถังสูงแต่จะมีถังเก็บน้ำประปา เพื่อให้เครื่องสูบน้ำได้ทำการแจกจ่ายไปยังชุมชน ดังรูป



รูปที่ 2.15 ระบบจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรงแบบใช้เครื่องสูบน้ำ
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

3. วิธีจ่ายน้ำประปาโดยใช้ทั้งหอถังสูงร่วมกับเครื่องสูบน้ำ

วิธีนี้คือการนำวิธีแรกกับวิธีที่ 2 มาใช้ร่วมกันดังรูปที่ 2.16 เป็นวิธีที่นิยมใช้มาก การแจกจ่ายน้ำประปาจะอาศัยทั้งเครื่องสูบน้ำสูบจ่ายไปยังท่อประธานพร้อมทั้งอาศัยหอถังสูงที่ทำหน้าที่แจกจ่ายน้ำประปาไปด้วย ข้อดีของระบบนี้คือสามารถแจกจ่ายน้ำได้ทีละมากๆ อย่างเช่น เวลาเกิดเพลิงไหม้ขึ้นสามารถแจกจ่ายน้ำได้ปริมาณมากๆ ทั้งเครื่องสูบน้ำและหอถังสูบพร้อมกัน



รูปที่ 2.16ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายร่วมกับหอถังสูง
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.4.2 ระบบจ่ายน้ำประปา

ระบบจ่ายน้ำประปามีด้วยกัน 2 ระบบคือ

ก. ระบบจ่ายน้ำแบบต่อเนื่อง (Continuous System)

ระบบนี้จะทำการจ่ายน้ำประปาตลอดเวลา วิธีนี้จะเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการใช้น้ำตลอดเวลา มีแหล่งน้ำดิบเพียงพอ และมีโรงผลิตน้ำประปาที่สามารถผลิตน้ำได้เพียงพอ ซึ่งมีข้อดีคือ

1). ผู้ใช้น้ำไม่ต้องสร้างถังเก็บกักน้ำประปา

2). จะมีน้ำใช้สำหรับการดับเพลิงในทุกเวลา

3). น้ำประปาจะมีสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกท่อประปายาก เพราะว่ามีความดันในท่อตลอดเวลา

4). ขนาดท่อประปาจะเล็กกว่าของระบบจ่ายน้ำแบบไม่ต่อเนื่อง

ฆ. ระบบจ่ายน้ำแบบเดินๆ หยุดๆ

เหมาะสำหรับแหล่งที่มีน้ำดิบไม่เพียงพอสำหรับการจ่ายน้ำตลอดเวลา โดยอาจจ่ายน้ำเพียง 2-3 ชั่วโมงต่อวัน เช่นช่วงเวลาเช้า และ ช่วงเย็น ระบบนี้มีข้อเสียคือ

1). ผู้ใช้น้ำต้องสร้างถังกักเก็บน้ำประปาไว้ใช้สำรอง

2). ขนาดท่อประปา จะมีขนาดใหญ่กว่าระบบท่อประปาระบบจ่ายประปาแบบต่อเนื่อง

3). ผู้ใช้น้ำอาจลืมปิดก๊อกน้ำเมื่อได้หยุดทำการจ่ายน้ำแล้ว

4). ขณะที่หยุดจ่ายน้ำ, ขนาดความดันของท่อประปาจะต่ำกว่าความดันบรรยากาศ. ซึ่งก่อ ให้เกิดการรั่วไหลของสิ่งปนเปื้อนเข้าภายในท่อประปาได้ง่าย

5). จะไม่มีน้ำสำหรับดับเพลิงขณะหยุดจ่ายน้ำ

2.4.3 ถังเก็บกักน้ำประปา

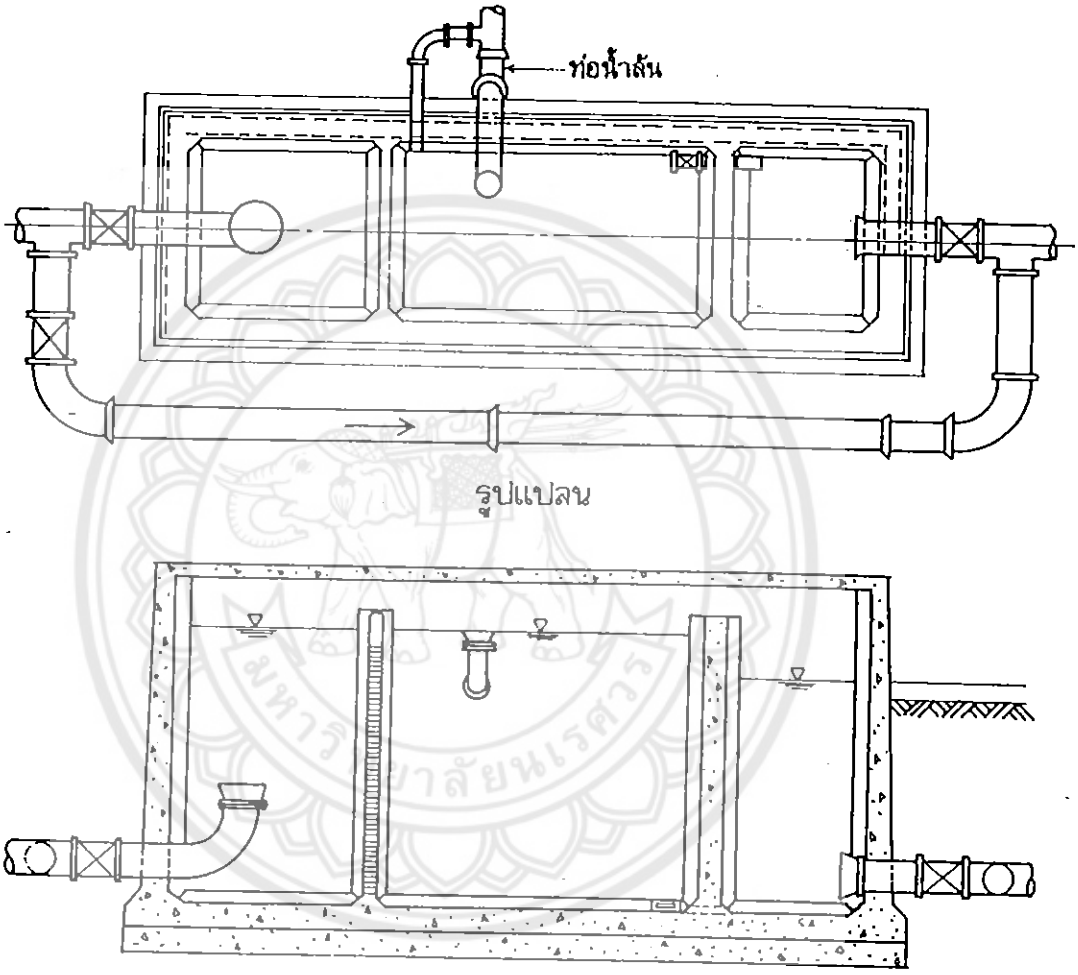
ถังเก็บกักน้ำประปามีความจำเป็นอย่างมาก ที่สามารถเก็บกักน้ำประปาได้มีพอเพียงตลอดเวลา เมื่อมีเหตุขัดข้องบางประการเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น ระบบประปาเกิดขัดข้อง เป็นต้น

ตามปกติขนาดถังเก็บกักน้ำประปาจะขึ้นอยู่กับจำนวนชั่วโมงที่กักเก็บน้ำ อัตราการสูบจ่ายน้ำ และการแปรเปลี่ยนความต้องการปริมาณการใช้น้ำประปาในชุมชนนั้น แบ่งถังเก็บเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

1. ถังน้ำบนพื้นดิน (Surface Storage Tank)

ถังน้ำบนพื้นดินในที่นี้หมายถึง ถังน้ำที่เก็บกักน้ำไว้จ่ายน้ำประปาไปทั่วชุมชน อาจมีถังบนพื้นดินหลายจุดทั่วชุมชนนั้น หรืออาจมีเพียงถังขนาดใหญ่เพียงถังเดียว รูปที่ 2.17 แสดงถังน้ำบนพื้นดิน

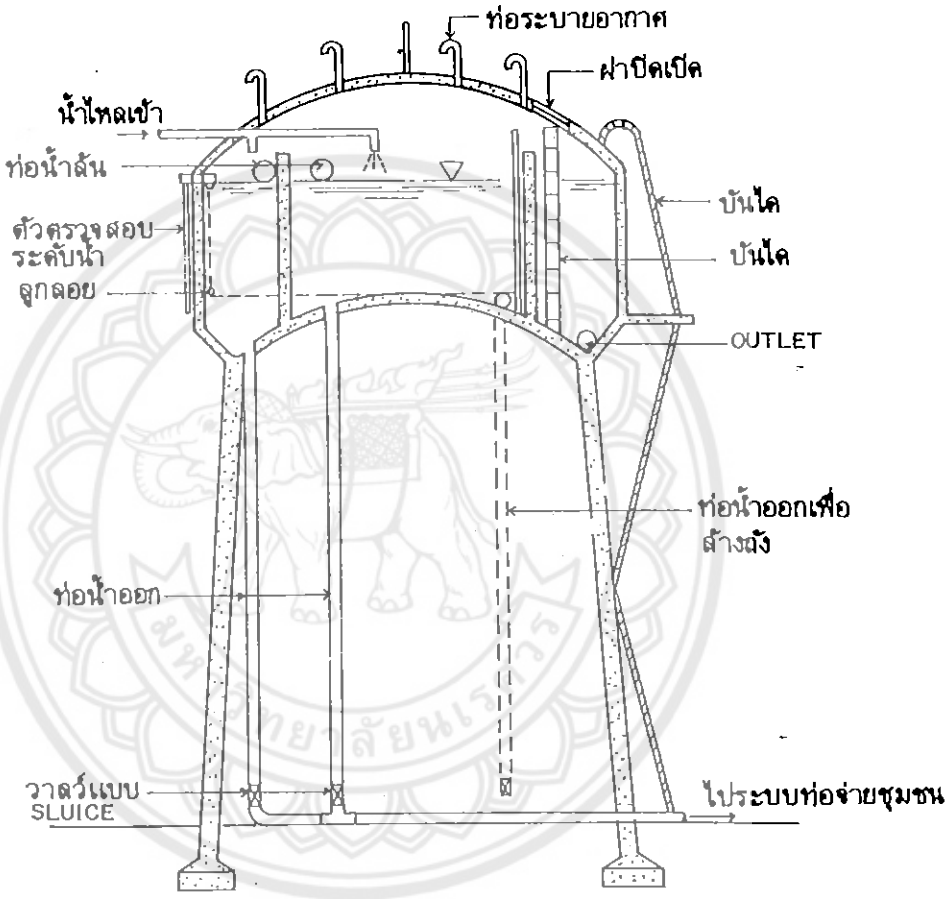


รูปที่ 2.17 แสดงถังเก็บน้ำบนพื้นดิน
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

AA00408
TD
A91
B358A
2543

2. หอถังสูง

อาจมีหลายจุดในชุมชนนั้น เพื่อสามารถมีแรงดันเพียงพอสำหรับจ่ายน้ำประปาให้แก่ชุมชน หอถังสูงจะมีความสูง 10-30 เมตร แต่อาจจะมีความสูงมากกว่านี้ขึ้นกับการใช้น้ำในแต่ละชุมชน ซึ่งจะไปเกี่ยวข้องกับขนาดเครื่องวสูบน้ำที่สูบขึ้นไปเก็บไว้ในหอถังสูงด้วย รูปที่ 2.18 แสดงหอถังสูง



รูปที่ 2.18 หอถังสูง

ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

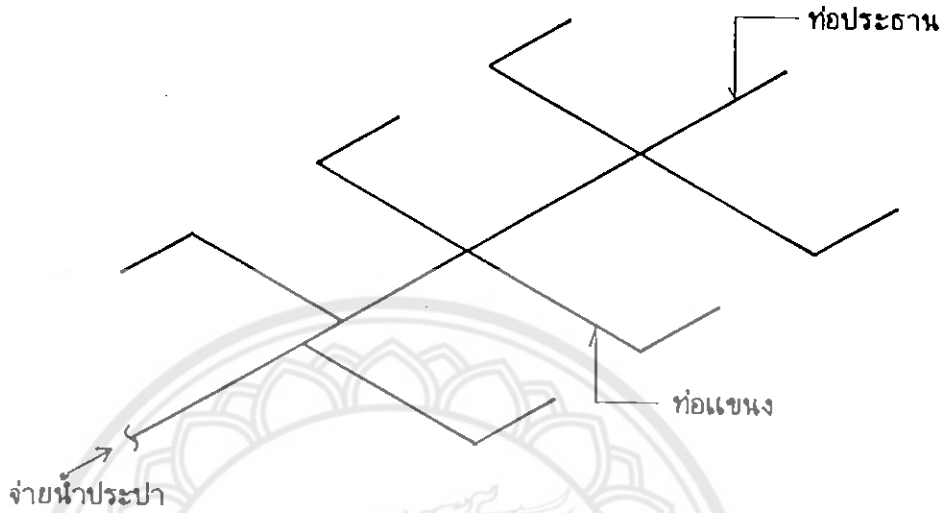
2.4.4 ประเภทของระบบท่อประธานจ่ายน้ำประปา

ท่อประธานจ่ายน้ำประปา มีความสำคัญมากเสมือนเส้นเลือดใหญ่ในร่างกาย โดยประเภทท่อประธานสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

1. ระบบแขนง (Branching System)

ระบบแขนงเป็นระบบประปาที่เดินแยกเป็นแขนงดังรูปที่ 2.19ระบบนี้เหมาะกับชุมชนที่ไม่ใหญ่นัก เช่น บ้านจัดสรร กลุ่มชุมชนทั่วไป ข้อดีของระบบนี้คือไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งท่อประปามากนัก ง่ายต่อการออกแบบระบบท่อประปา สำหรับข้อเสียคือ จะมีน้ำประปาค้างในระบบเป็น

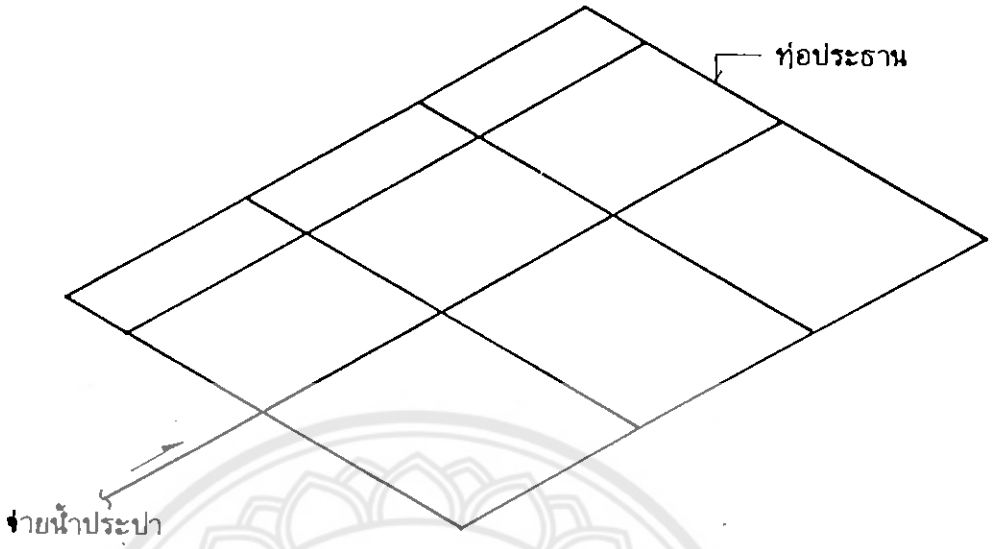
เวลานาน ซึ่งอาจทำให้เกิดการแปลงคุณภาพของน้ำประปาภายในท่อได้ หรือเกิดตะกอนสะสมภายในท่อประปา และถ้าจำเป็นต้องซ่อมท่อประปาบางส่วนก็อาจจำเป็นต้องปิดประตูน้ำ



2.19 แสดงระบบท่อจ่ายน้ำประปาแบบแขนง
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2. ระบบวงจร (Loop System)

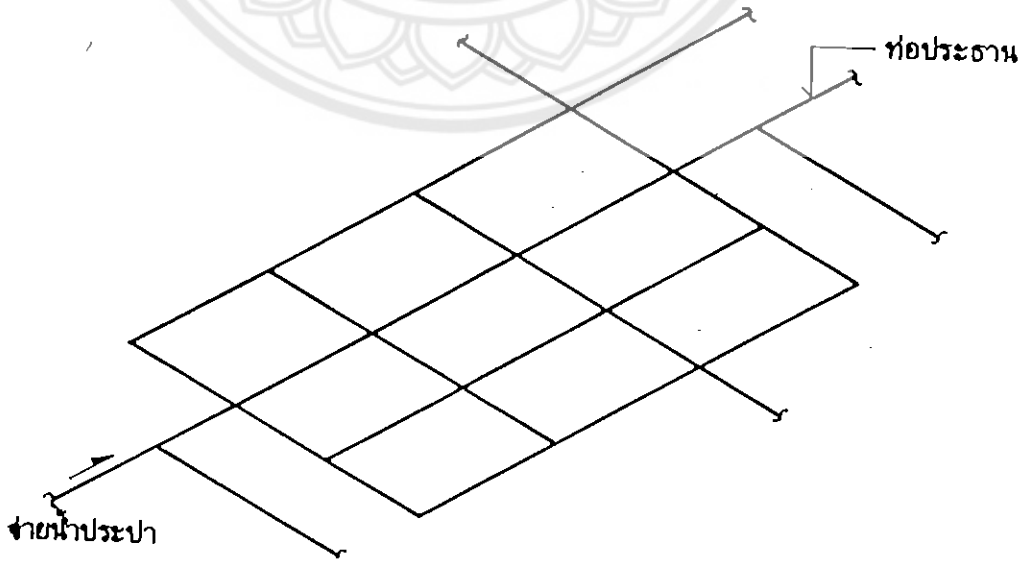
ระบบวงจรเป็นวงจรปิด ดังแสดงในรูป 2.20 เหมาะกับชุมชนขนาดใหญ่ ข้อดีของระบบนี้คือ จะมีการไหลน้ำประปาสม่ำเสมอตลอดเวลาภายในท่อ ไม่ค่อยมีตะกอนขังแช่อยู่ภายในท่อ ปัญหาการอุดตันจึงไม่ค่อยพบ ในขณะทำการซ่อมแซมส่วนหนึ่งส่วนใดของท่อก็ไม่จำเป็นต้องหยุดการจ่ายน้ำประปาเกือบทั้งระบบ สามารถปิดประตูน้ำเฉพาะบริเวณที่จะทำการซ่อมแซมท่อประปาได้ สำหรับข้อเสียของระบบนี้คือ ราคาค่าติดตั้งเดิมท่อสูงกว่าของระบบแขนง การคำนวณออกแบบระบบท่อควรใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จึงสามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็ว และแม่นยำ จำนวนวาล์วต่างๆของระบบท่อจะมีมากกว่าของระบบแขนง และความยาวของท่อประธานจะมีความยาวมากกว่าของระบบท่อแขนง



รูปที่ 2.20แสดงระบบท่อจ่ายน้ำประปาแบบวงจร
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

3. ระบบรวมกัน (Combination System)

ระบบนี้เป็นระบบที่มีทั้งแบบแขนงและแบบวงจรอยู่ในระบบแจกจ่ายน้ำประปาหนึ่ง โดยบางบริเวณอาจใช้ระบบแขนงและบางบริเวณอาจใช้ระบบวงจร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของวิศวกรออกแบบ หรืออาจเป็นระบบที่เกิดจากการขยายโครงการจัดสรรต่อจากบริเวณเดิมที่มีอยู่แล้ว ดังแสดงในรูป 2.21 ดังนั้นข้อดีและข้อเสียของระบบนี้อาจเป็นการรวมกันของทั้งสองระบบที่ได้กล่าวมาแล้ว



รูปที่ 2.21 แสดงระบบท่อจ่ายน้ำประปาแบบรวมกัน
ที่มา ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.5 คุณสมบัติของน้ำประปา

น้ำประปาต้องมีคุณภาพดีปราศจากสิ่งปนเปื้อนต่างๆ แหล่งน้ำดิบที่จะนำมาผลิตน้ำประปาจำเป็นต้องมีคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำประปา จึงจำเป็นต้องมีแหล่งน้ำดิบที่ได้มาตรฐาน ในหัวข้อนี้จะได้อธิบายคุณภาพน้ำประปา ทั้งกายภาพ ทางเคมี และทางชีววิทยา เพื่อให้สามารถแยกเป็นกลุ่มๆได้ สำหรับช่วยในการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำต่อไป

2.5.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพเป็นคุณสมบัติที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าหรือไม่ก็สามารถดมกลิ่นชิมรสได้ เช่น น้ำมีความขุ่นมาก มีรสเค็ม หรือมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ทั้งหมดนี้อาจเกิดจากสารบางอย่างซึ่งโดยมากจะกำจัดออกได้หมดด้วยวิธีบำบัดทั่วไปที่ใช้ในโรงผลิตน้ำประปาของชุมชน ต่อไปนี้จะได้อธิบายคุณสมบัติต่างๆทางกายภาพ

1. สี (Color)

สีที่เกิดขึ้นในน้ำประปามีสาเหตุอยู่ 2 กลุ่ม คือ สีที่เกิดจาก

ก.เกิดจากการสลายตัวของพวกสารอินทรีย์ (Organic matter) ต่างๆ สีของน้ำที่เกิดจากต้นหญ้า ใบไม้เน่าเปื่อยนั้น โดยมากมักเป็นสีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีชา ทั้งนี้เพราะจะเกิดสารประกอบพวก Tannic acid ขึ้น

ข.เกิดจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial waste) หรือเกิดจากน้ำทิ้งของฟาร์มต่างๆ สีของน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีสีตามแหล่งที่มานั้นๆ

โดยมากน้ำผิวดินจะปรากฏว่ามีสีสูงมาก ทั้งนี้เพราะสารที่ทำให้เกิดสีสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้และน้ำผิวดินมีโอกาสที่จะถูกปนเปื้อนได้มากกว่าน้ำชนิดอื่นๆ สีของน้ำจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ

- สีปรากฏ (Apparent color) เกิดจากพวกสารแขวนลอยต่างๆซึ่งสามารถกำจัดออกได้โดยการกรอง

- สีจริง (True color) คือสีของน้ำที่เกิดจากสารพวกที่ละลายได้เป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ

หน่วยของการวัดสี เราเรียกเป็น Unit ไม่ใช่ ppm เพราะว่าเราไม่สามารถหาน้ำหนักของสารต่างๆที่ทำให้เกิดสีในน้ำได้ ดังนั้นเราจึงเปรียบเทียบกับ Standard Unit ของสารละลายมาตรฐาน โปแตสเซียมคลอโรแพลทติเนท (Potassium Chloroplatinate)ผสมกับกับสารละลายมาตรฐาน โคบอลคลอไรด์ (Cobaltous Chloride) คือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ของ Pt ในสารละลายมาตรฐาน = 1 unit ของสีในน้ำ โดยองค์การอนามัยโลกได้กำหนดมาตรฐานความเข้มของสีในน้ำดื่มได้ไม่เกิน 5 unit

2. กลิ่นและรสของน้ำ (Odour and Test)

กลิ่นของน้ำเกิดจากพวกสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ และเกิดจากสารอนินทรีย์เคมีบางตัว นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากสารพวกจุลินทรีย์ต่างๆ (Micro-organism) เช่นพวกสาหร่าย ชนิดต่างๆหรือเกิดจากไดอะตอม (Diatom) และโปรโตซัว (Protozoa)

ส่วนรสของน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงได้หลายรส คือ รสเค็ม เช่นน้ำทะเล รสเปรี้ยว หวาน ซึ่งรสเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณของเกลือที่ละลายน้ำได้ หรือมีสารประกอบของเหล็กละลายปนอยู่ สรุปสาเหตุต่างๆที่ทำให้น้ำเกิดกลิ่นและรสได้ดังนี้

- เกิดจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆที่สามารถผลิตสารที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสได้
- เกิดจากการเน่าเปื่อย สลายตัวของพวกจุลินทรีย์ที่ตาย
- เกิดจากการเน่าเปื่อยของใบไม้ หญ้า และพืชน้ำต่างๆ
- เกิดจากก๊าซต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ที่เกิดจากการเน่าเปื่อยของต้นไม้และพืชน้ำ หรือเกิดจาก รีดักชั่น ของสารพวกซัลเฟต ไปเป็น ซัลไฟด์ ในกรณีที่น้ำนั้นขาดออกซิเจน
- เกิดจากน้ำเสียของโรงงานต่างๆที่มีสารพวกฟีนอล
- เกิดจากสารเคมีที่เราใส่ลงไปฆ่าเชื้อโรคในการทำน้ำประปาที่มากเกินไป เช่น กลิ่นคลอรีนในน้ำ

การตรวจวิเคราะห์กลิ่นและรส โดยมากมักไม่ทำกันทั้งนี้เพราะวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ตรวจกลิ่นและรสของน้ำไม่มีผู้ที่คิดสร้างอย่างถาวรและเป็นหลักฐานได้ นอกจากจะใช้ความรู้สึกของคน ตัวอย่างเช่น จะวิเคราะห์รสของน้ำจะใช้การชิม การวิเคราะห์กลิ่นของน้ำจะใช้การดม การควบคุมน้ำไม่ให้เกิดกลิ่นและรสทำได้โดย

- ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆที่ก่อให้เกิดกลิ่นและรสของน้ำ
- ยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารบางตัวที่อาจปะปนลงในน้ำได้
- ทำการเติมอากาศ (aeration) หรือใช้คลอรีนไปออกซิไดส์ หรือใช้ activated carbon ไปดูดดซับสารที่เป็นตัวทำให้เกิดกลิ่นและรสของน้ำ
- ใช้โอโซนเป็นตัวควบคุมกลิ่นและรสของน้ำ เป็นตัวฆ่าเชื้อโรคในน้ำ

3. ความขุ่น(Turbidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดขึ้นเนื่องจาก สารที่แขวนลอยต่างๆ เช่น โคลนตม ซิลท์ และพวกแพลงตอน ความขุ่นของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

- ขนาดของสารแขวนลอย
- ปริมาณมากหรือน้อยของสารแขวนลอย
- ความกระจัดกระจายของอนุภาค

. คุณสมบัติการดูดซึมแสงของสารแขวนลอยเหล่านั้น

ตามความจริงแล้วความขุ่นไม่ได้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ เพียงแต่เป็น Optical effect คือ ผู้บริโภคเห็นน้ำขุ่นไม่ชวนดื่ม จะหลีกเลี่ยงไปบริโภคจากแหล่งน้ำอื่น ซึ่งอาจไม่สะอาดพอ โดยปกติแล้วหน่วยของความขุ่น วัด เป็น Unit และใช้ซิลิกาเป็นตัวตั้ง unit ของความขุ่น

ความขุ่น 1 unit = 1 mg/l of silica

= 1 ppm as SiO_2

หรือมีหน่วยเป็น JTU = Jackson Turbidity Unit

ความสำคัญของความขุ่นของน้ำทางด้านสุขาภิบาล มีดังนี้

1). น้ำที่ขุ่นมักถูกปนเปื้อนมาจากน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน เพราะส่วนมากแล้วน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนมักจะมีความขุ่นมาก ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ ทำให้ประชาชนไม่นิยมดื่มน้ำของการประปา หันไปใช้น้ำแหล่งอื่นที่อาจจะไม่ปลอดภัยพอก็ได้

2). น้ำที่มีความขุ่นสูงๆ จะทำให้การกรองน้ำของกิจการน้ำประปาช้าลง และประสิทธิภาพของการกรองก็สั้นเข้า น้ำที่มีความขุ่นมากๆจะใช้กับการใช้ทรายกรองแบบช้าไม่ได้ จะต้องใช้กับทรายกรองเร็ว ซึ่งถ้าใช้กับทรายกรองเร็ว ก็ขึ้นอยู่กับความสามารถของสารช่วยการตกตะกอนว่าจะกำจัดความขุ่นได้มากน้อยเพียงใด อายุการใช้งานของเครื่องกรองจะได้ยืนยาวขึ้น

3). การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) น้ำที่มีความขุ่นสูงๆจะเป็นอุปสรรคต่อการฆ่าเชื้อมาก เพราะแบคทีเรียอาจจะไปหลบอยู่ตามสารแขวนลอยเหล่านั้น ทำให้สารฆ่าเชื้อเข้าไปทำลายไม่ถึง ทำให้การฆ่าเชื้อไม่ได้ผลเต็มที่ และเป็นการเปลืองสารฆ่าเชื้อด้วย

2.5.2 คุณสมบัติทางเคมี

คุณสมบัติทางเคมีเป็นคุณสมบัติที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือสัมผัส จำเป็นต้องผ่านกระบวนการทางเคมี เพื่อจะได้ทราบผล โดยสามารถบอกได้ว่าน้ำมีคุณลักษณะใด เช่น เป็นน้ำที่มีความกระด้างหรือเป็นน้ำอ่อน มีสภาพเป็นกรดหรือด่าง หรือมีแร่ธาตุอะไรละลายอยู่ หัวข้อนี้จะได้แสดงคุณสมบัติทางเคมีของน้ำเพื่อจะได้เข้าใจของแต่ละค่า

1. pH

pH เป็นค่าวัดความเป็นกรดและด่างในน้ำทั่วไป โดยมีค่าตั้งแต่ 0-14 โดย pH เท่ากับ 0 หมายถึงน้ำที่มีสภาพเป็นกรดมากๆ และ pH เท่ากับ 14 หมายถึง น้ำที่มีสภาพเป็นด่างมากและค่า pH เท่ากับ 7 หมายถึงน้ำที่มีสภาพเป็นกลาง ถ้าค่า pH ต่างกันเพียง 1.0 วิธีการวัดค่า pH มีด้วยกัน 2 วิธี คือ Electrometric method และ Colormetric method โดยใช้หลักการของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจาก H^+ และใช้หลักการเทียบสีมาตรฐาน ตามลำดับ

2. ความกระด้าง (Hardness)

ความกระด้างของน้ำเป็นการวัดความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ฯลฯ ซึ่งจะอยู่ในรูปของ เกลือไบคาร์บอร์เนต น้ำที่มีความกระด้างจะทำให้เกิดปัญหาต่างๆดังนี้

- ทำให้เกิดตะกรันในหม้อน้ำ เครื่องทำความร้อน ท่อน้ำร้อน และอื่นๆ
- เกิดตะกอนแข็งเกาะติดผิววัสดุต่างๆ
- ทำให้การซักฟอกไม่มีฟอง เกิดความสิ้นเปลืองสบู่มากกว่าปกติ
- ถ้าเป็นน้ำดื่มมีรสไม่ปกติ
- อาจทำให้เป็นนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ
- เกิดสีเหลืองติดบนเสื้อผ้า
- ทำให้ผักต่างๆเหนียวขึ้น

ความกระด้างของน้ำแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามประจุลบที่จับรวมอยู่กับแคลเซียมและแมกนีเซียม ดังนี้

1). ความกระด้างชั่วคราว เกิดจาก Ca^{++} และ Mg^{++} ไปรวมกับไอออนลบที่เป็นพวก Alkalinity

2). ความกระด้างถาวร เกิดจาก Ca^{++} และ Mg^{++} ไปรวมกับไอออนลบที่เป็นพวก SO_4^{-2} Cl^- และ NO_3^-

3. ไนโตรเจน (Nitrogen)

ไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำจะอยู่ในรูปของ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท โดยไนโตรเจนทั้งหมดจะประกอบด้วยสารไนโตรเจนที่มีอยู่ในรูปของสารอินทรย์และสารอนินทรีย์ โดยอธิบายดังนี้

3.1แอมโมเนีย (Ammonia) แอมโมเนียเป็นสารที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยแบคทีเรีย เมื่อน้ำประปามีปริมาณแอมโมเนียจะทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างคลอรีนที่เติมลงไปในน้ำประปากับแอมโมเนีย ทำให้ระบบน้ำประปาต้องการเติมคลอรีนมากขึ้น เพราะส่วนหนึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย จะได้สารประเภท Chloramines และจะมีคลอรีนส่วนเกินหลงเหลืออยู่เรียกว่าคลอรีนอิสระ โดยสาร Chloramines ก็สามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปาได้เช่นเดียวกับคลอรีนอิสระ

3.2 ไนไตรท (Nitrite) ไนไตรทเป็นสารที่เกิดจากการย่อยสลายสารแอมโมเนีย ถ้าพบว่าในน้ำมีไนไตรทแสดงว่าการย่อยสลายสารอินทรีย์ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ แต่สำหรับในน้ำประปาไม่ควรมีสารไนไตรทอยู่เลย ตามมาตรฐานน้ำดื่มของการประปานครหลวงได้กำหนดให้มีค่าไนไตรท-ไนโตรเจนไม่เกิน 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรเจน

3.3 ไนเตรท (Nitrate) ไนเตรทเป็นสารที่เกิดจากการย่อยสลายของสารไนไตรท์ ซึ่งเกิดมาจากแอมโมเนีย ถ้าพบว่ามีสารไนเตรทในน้ำแสดงว่าสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำได้ถูกย่อยสลายจนเสร็จสิ้น

สมบูรณ์ ถ้าในน้ำมีสารไนเตรทอยู่เกินกว่า 45 มิลลิกรัมต่อลิตร ของ NO_3 หรือ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ของไนโตรเจน น้ำประปานั้นจะเป็นอันตรายต่อเด็กทารก โดยสารไนเตรทจะทำให้เด็กเกิดอาการตัวเขียว คล้ำและชัก ทำให้เสียชีวิตได้ ซึ่งเรียกว่า โรค Blue Baby ปัญหานี้ทำให้น้ำประปาที่ใช้ในโรงพยาบาล ซึ่งนำน้ำจากแหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่และคาดว่ามีปริมาณไนเตรทมาก จำเป็นต้องผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) ซึ่งจะกำจัดไนเตรทออกจากน้ำประปาได้มากก่อนจะนำเข้ามาใช้ในโรงพยาบาล

4. คลอรีนอิสระ

คลอรีนอยู่ในรูปทางเคมี คือ Cl_2 เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้เป็นรูปของ HOCl (Hypochlorites)ซึ่งการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคต่างๆสามารถเติมคลอรีนในรูปก๊าซคลอรีน หรือรูปของสารละลายของ Sodium hypochlorite (NaOCl) และ Calcium hypochlorite ($Ca(OCl)_2$) ถ้าต้องการให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้คลอรีนฆ่าเชื้อโรค ควรมีน้ำที่มี pH เท่ากับ 8.3 ถ้ามากกว่าหรือน้อยกว่าจะทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนลดลงอย่างมาก หลังจากที่ได้เติมคลอรีนลงในน้ำประปาจะทำให้คลอรีนทำปฏิกิริยากับสารต่างๆในน้ำจนกระทั่งหมด จะเหลือคลอรีนที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาเรียกว่า คลอรีนอิสระ เพื่อสามารถฆ่าเชื้อโรคหรือจุลชีพต่างๆที่ปะปนลงในน้ำประปาระหว่างการส่งจ่ายน้ำ โดยทั่วไปได้กำหนดไว้ว่าคลอรีนอิสระควรมีอยู่ในน้ำประปาที่เปิดจากก๊อกน้ำอย่างต่ำ 0.2 - 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.4.3 คุณสมบัติทางชีววิทยา

คุณสมบัติทางชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับน้ำประปาได้แก่เชื้อจุลชีพต่างๆที่อาจจะมีปะปนมากับน้ำประปา ซึ่งอาจไม่มองเห็นด้วยตาเปล่า จำเป็นต้องมีการนำตัวอย่างน้ำประปามาผ่านการทดสอบ ในการตรวจหาเชื้อจุลชีพที่ทำให้เกิดโรคจะใช้การหาเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่มของคลอลิฟอร์ม เป็นตัวแทนเพื่อบ่งชี้ว่าน่าจะมีเชื้อโรคอยู่ในน้ำประปาหรือไม่ เนื่องจากเชื้อคลอลิฟอร์มเป็นเชื้อแบคทีเรียที่มีแหล่งกำเนิดมาจากลำไส้ของคนและสัตว์ ดังนั้นถ้าพบตัวอย่างน้ำที่มีเชื้อโคลิฟอร์ม อาจสรุปได้ว่าน้ำนั้นมีโอกาสที่จะมีเชื้อโรคได้

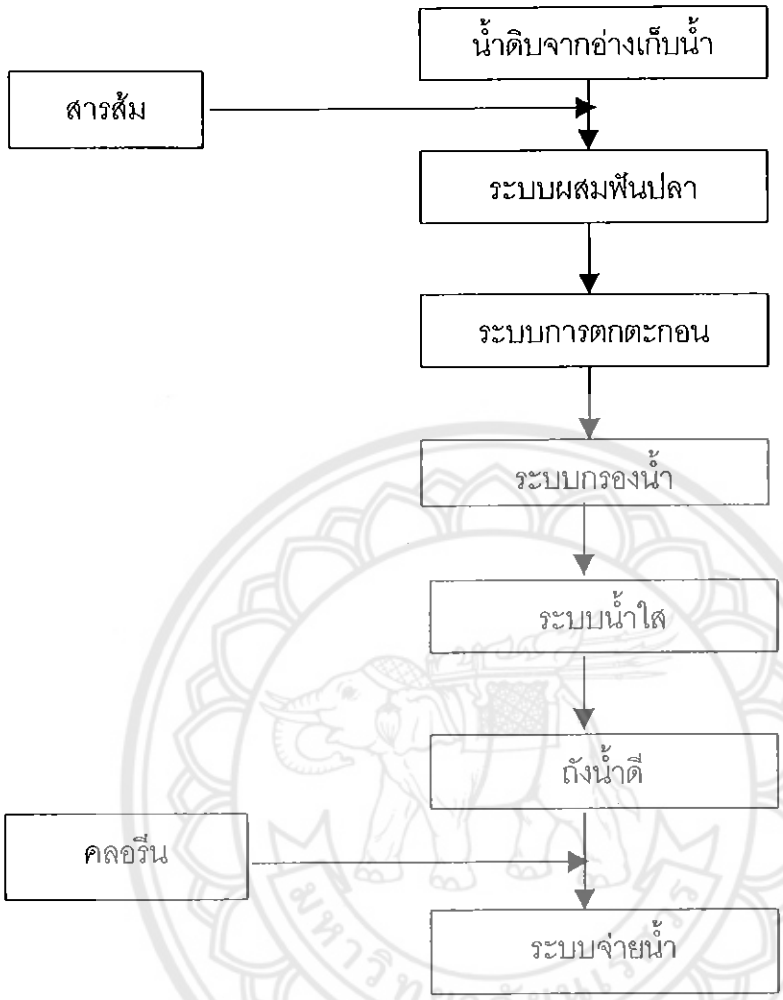
พวกเชื้อแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม จะเป็นพวก Enterobacteriacae ซึ่งประกอบด้วย Escherichia (E.Coli) และ Aerobacter โดยพวก E.Coli จะมาจากอุจจาระ และพวก Aerobacter อาจจะมาจากอุจจาระและยังสามารถมาจากดินทั่วไปได้ ทำให้การพบเชื้อ คลอลิฟอร์ม ในน้ำประปานี้ก็ไม่ได้หมายความว่าต้องมีอุจจาระปนเปื้อนแน่ๆ เพราะอาจมีเศษดินปนเปื้อนอยู่ก็ได้ ตามมาตรฐานน้ำดื่มของการประปานครหลวง ได้กำหนดไว้ว่าน้ำประปาจะยอมให้ค่า MPN ได้น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร

2.6 ระบบน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยนเรศวร ส่วนหนองอ้อ มีพื้นที่ทั้งหมด 1,284 ไร่ประกอบด้วย อาคาร สำนักงาน11 คณะ หอพักนิสิต นักศึกษา จำนวนมาก มหาวิทยาลัยจึงจำเป็นต้องมีระบบสาธารณูปโภค ขั้นพื้นฐานที่ครบถ้วน รวมไปถึงระบบผลิตน้ำประปา ระบบผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร เริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2534 โดยอาศัยน้ำดิบจากชลประทาน ในระยะแรกมีท่อรับน้ำดิบที่มาจากเครื่องสูบน้ำขนาด 25 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จากคลองชลประทานเข้าสู่อาคารโรงผลิตน้ำประปา 1 ถังจ่ายน้ำขนาดความจุ 2,500 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้เพียงพอต่อการใช้ ในตอนนั้นซึ่งยังไม่มีอาคารสิ่งก่อสร้างและประชากรไม่มากเท่าในปัจจุบัน จากจำนวนประชากรและอาคารสิ่งก่อสร้างต่างๆเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นผลให้น้ำประปาที่ผลิตจากอาคารโรงผลิตน้ำประปา1มีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ ทำให้ต้องมีการขยายกำลังการผลิตโดยการสร้างอาคารโรงผลิตน้ำประปาใหม่ และถังจ่ายน้ำขนาดความจุ 5,000 ลูกบาศก์เมตร และอ่างเก็บน้ำในมหาวิทยาลัยซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 1 ตารางกิโลเมตร ขนาดความจุ 300,000 ลูกบาศก์เมตร อยู่ด้านหลังของมหาวิทยาลัยโดยดำเนินการเสร็จสิ้นเมื่อปี พ.ศ. 2539 ทำให้สามารถจ่ายน้ำให้แก่ผู้บริโภคอย่างพอเพียง

2.6.1 ระบบการผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร

กระบวนการผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยเริ่มสูบน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำ ขนาดความจุ 300,000 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาด 2,500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง จำนวน 2 เครื่อง สูบน้ำเข้าสู่ระบบสร้างตะกอนผสมที่มีการเติมสารส้ม จากนั้นไหลไปยังระบบตกตะกอน เพื่อให้ตกตะกอนแล้วจึงปล่อยเข้าสู่ระบบกรองน้ำ ในขณะที่ปล่อยน้ำเข้าสู่ถังน้ำใส ก็จะมีการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้าสู่ถังเก็บน้ำดีขนาด 5,000 ลูกบาศก์เมตร เพื่อเข้าสู่ระบบจ่ายน้ำต่อไป ขั้นตอนดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

2.6.2 ระบบจ่ายน้ำประปา

ระบบจ่ายน้ำ ดำเนินการโดยจ่ายน้ำไปตามท่อต่างๆด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ เครื่องจ่ายน้ำด้วยไฟฟ้า ขนาด 25 แรงม้า โดยจ่ายตรงไปตามคณะต่างๆ อาคารสำนักงาน หอพักนิสิตและอาจารย์ อีกส่วนหนึ่งจ่ายตรงขึ้นถังเก็บน้ำขนาดความจุ 2,500 ลูกบาศก์เมตร

อัตราการจ่ายน้ำประปา จ่ายโดยใช้เครื่องจ่ายน้ำด้วยไฟฟ้า 2,500 ลูกบาศก์เมตร/ ชั่วโมง จ่ายน้ำประปาส่งไปตามท่อ ดังนี้

1. ท่อขนาด 12 นิ้ว เป็นท่อซีเมนต์ใยหิน
2. ท่อขนาด 8 นิ้ว เป็นท่อซีเมนต์ใยหิน
3. ท่อขนาด 6 นิ้ว เป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี
4. ท่อขนาด 4 นิ้ว เป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี, PVC

5. ท่อขนาด 2 นิ้ว เป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี, PVC

6. ท่อขนาด 1 นิ้ว เป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี, PVC

ระบบการจ่ายน้ำประปา จ่ายตรงไปยังสถานที่ต่างๆ ในปัจจุบัน ดังนี้

- อาคารมิ่งขวัญ
- กลุ่มอาคารคณะวิทยาศาสตร์
- อาคารเรียนรวมคณะเภสัชศาสตร์
- กลุ่มอาคารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
- กลุ่มอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์
- กลุ่มอาคารคณะศึกษาศาสตร์
- กลุ่มอาคารการปฏิบัติเฉพาะทาง (คณะเกษตรศาสตร์ฯ)
- อาคารวิทยาศาสตร์การแพทย์
- อาคารศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ
- อาคารเทคโนโลยีและการสื่อสาร
- อาคารกิจกรรมนิสิต
- อาคารศูนย์พลังงาน
- อาคารสำนักหอสมุด
- อาคารโภชนาการ 1 และ 2
- อาคารหอพักนิสิตหญิง
- อาคารที่พักอาจารย์และข้าราชการ
- สนามกีฬากลางแจ้ง
- สถานีวิทยุ
- อาคารเอนกประสงค์
- สระว่ายน้ำ

ในระยะแผน 8 มหาวิทยาลัย (พ.ศ.2540-พ.ศ.2544) จะมีอาคารเกิดขึ้นอีกจำนวนมากจึงต้องจ่ายน้ำประปาไปยังอาคารต่างๆเพิ่มขึ้นดังนี้

- อาคารคณะพยาบาลศาสตร์
- อาคารคณะทันตแพทย์ศาสตร์
- อาคารคณะสหเวชศาสตร์
- อาคารหอพักอาจารย์แพทย์ศาสตร์และพยาบาลศาสตร์
- หอประชุม

- อาคารสถาปัตยศาสตร์

2.6.3 อัตราการผลิตน้ำประปา

การผลิตน้ำประปาจากอ่างเก็บน้ำขนาด 300,000 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้เครื่องสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 2,500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 12,5000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

2.6.4 ระบบการผลิตและการกรองน้ำประปา

ในการผลิตน้ำประปา ต้องใช้สารส้มเพื่อให้ตะกอนในน้ำดิบรวมตัวกันแล้วตกตะกอนและใช้สารคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อโรคและแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำ ดังนั้น จึงต้องมีอัตราส่วนในการใช้ เพื่อผลิตน้ำประปาที่มีคุณภาพ อัตราส่วนเป็นดังนี้

คิดเป็นอัตราส่วน ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

1.) สารส้ม	8	กิโลกรัม	ต่อน้ำดิบ	2,500	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
2.) สารคลอรีน	1.3	กิโลกรัม	ต่อน้ำดิบ	2,500	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

คิดเป็นอัตราส่วน ลูกบาศก์เมตร/วัน

1.) สารส้ม	40	กิโลกรัม	ต่อน้ำดิบ	12,500	ลูกบาศก์เมตร/วัน
2.) สารคลอรีน	6.5	กิโลกรัม	ต่อน้ำดิบ	12,500	ลูกบาศก์เมตร/วัน

อัตราการใช้สารส้มและคลอรีนอาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับการใช้น้ำมากหรือน้อยและในช่วงเวลาเปิดภาคเรียน อัตราการใช้น้ำจะมากกว่าช่วงปิดภาคเรียน

2.6.5 ระบบการทำความสะอาดถังน้ำประปา

การทำความสะอาดถังน้ำประปาจะทำ 1 ครั้ง ต่อ 1 เดือน

- ล้างหน้าทรายทุกวัน
- ล้างกรองน้ำทิ้งทุกวัน
- ขั้นตอนการระบบการทำความสะอาดถังน้ำประปา ต้องใช้น้ำประปาทำความสะอาดประมาณ 2,000 ลบ./ม.

2.6.6 การทดสอบคุณภาพของน้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยได้ดำเนินการนำน้ำประปาที่ผลิตได้ไปทดสอบคุณภาพของน้ำที่สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิษณุโลก เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อให้ผู้บริโภคได้ใช้น้ำประปาที่มหาวิทยาลัยได้อย่างมั่นใจและมีคุณภาพ

การตรวจสอบน้ำประปา

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการตรวจวิเคราะห์โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจากจุดต่างๆทั่วมหาวิทยาลัยมาทำการตรวจวิเคราะห์ในห้องทดลองของคณะวิทยา-ศาสตร์โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ซึ่งมีรายละเอียดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดังนี้

1. สระน้ำใกล้โรงสูบน้ำประปาเก่า
2. อ่างเก็บน้ำ
3. ถังน้ำใส ที่ยังไม่ได้เติมคลอรีน
4. ถังน้ำดีหลังจากที่เติมคลอรีน
5. ก๊อกน้ำประปาบ้านพักอาจารย์
6. ก๊อกน้ำคณะเภสัชศาสตร์
7. ก๊อกน้ำประตู 4 หลังกองกิจการนิสิต
8. ก๊อกน้ำอาคารมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์
9. ก๊อกน้ำหอพักนักศึกษา
10. สำนักหอสมุด

2.7 ระบบท่อ (Pipe)

ท่อที่ใช้ในระบบจ่ายน้ำมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานท่อที่นิยมใช้เป็นท่อจ่ายน้ำประปา มีดังนี้

2.7.1 ท่อซีเมนต์ใยหิน หรือที่เรียกกันว่าท่อ เอ.ซี (AC) ผลิตจากส่วนผสมของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์กับแร่ใยหิน (asbestos fiber) ข้อดีของท่อชนิดนี้คือมีราคาถูกเมื่อเทียบกับท่อชนิดอื่น ทนการกัดกร่อนต่อสภาพดินธรรมดาได้พอสมควร ไม่นำไฟฟ้า เรียบ การต่อท่อง่ายใช้ข้อต่อซึ่งภายในมีวงแหวนยางกันรั่ว ดังรูป 2.19 ทำให้สามารถปรับตัวได้ดี ท่อซีเมนต์ใยหินมีตั้งแต่ขนาด 100 มม. ขึ้นไปจนถึง 600 มม. ความยาวท่อนละ 4-5 เมตร ความทนทานในการรับความดันจะบอกไว้ที่ชนิดของท่อ เช่น ชนิด 15 ,20 และ 25 เป็นท่อที่สามารถรับความดัน 15, 20 และ 25 บาร์ ตามลำดับ

2.7.2 ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) เป็นท่อที่มีความแข็งแรง ทนทาน แต่มีราคาแพง จึงมักใช้ในกรณีที่ต้องการความคงทนแข็งแรง เช่น ท่อที่ติดตั้งกับเครื่องสูบน้ำ(รับแรงสะเทือน) ท่อส่วนที่ไม่ได้ฝังกลบ เช่น ท่อข้ามคลอง ท่อลอดถนน ซึ่งต้องรับน้ำหนักและความสะเทือนจากยานพาหนะ ท่อเหล็กอาบสังกะสีมีอยู่หลายขนาด ตั้งแต่ 12.5 มม. ที่ใช้ต่อเข้าบ้านพักอาศัย ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 100 มม. อย่างไรก็ตามท่อชนิดนี้มีข้อเสียหลายประการ เช่น ไม่ทนต่อการกัดกร่อนและเป็นสนิมง่าย การตัดและต่อท่อยุ่งยาก น้ำหนักมาก และราคาแพง ความนิยมใช้จึงลดน้อยลง

2.7.3 ท่อเหล็กกล้า (Steel Pipe) ใช้สำหรับกรณีวางท่อขนาดใหญ่ เช่นท่อส่งน้ำ หรือท่อจ่ายน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มม. ขึ้นไป มีความแข็งแรงมาก อ่อนโค้งได้บ้างทำให้ไม่หัก ทนแรงกระแทกได้ดี แต่ต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนทั้งภายในและภายนอก เช่น การเคลือบด้วยน้ำมันดินหรือปูนเปียก ท่อเหล็กกล้ามีกรรมวิธีการผลิต 2 แบบ คือ เชื่อมด้วยไฟฟ้ากับรีดม้วน การต่อท่อในสนามทำได้หลายวิธี เช่น การเชื่อม การขันน็อตหน้าจาน การย้ำหมุด การเสียบปลายสำหรับท่อแบบระฆัง และข้อต่อสั้นโดยมีประเก็นยางกันรั่วซึม

2.7.4 ท่อเหล็กเหนียว (Ductile Iron Pipe) เป็นท่อที่ปรับปรุงคุณภาพจากท่อเหล็กหล่อ โดยการเติมแมกนีเซียมลงในเหล็กหลอมที่มีกำมะถันและฟอสฟอรัสต่ำ ทำให้มีความแข็งแรงทนทานและแอ่นตัวได้ดีกว่าท่อเหล็กหล่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อมีตั้งแต่ 75 มม. ขึ้นไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 1,000 มม. ความสามารถในการรับความดันขึ้นอยู่กับความหนาของท่อ การป้องกันการกัดกร่อนใช้วิธีเคลือบภายนอกภายในเช่นเดียวกับท่อเหล็กกล้า การต่อท่อมีหลายวิธี เช่น การเสียบปากระฆัง การขันน็อตหน้าจาน

2.7.5 ท่อพลาสติก (Plastic Pipe) แต่แรกนั้นท่อพลาสติกผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นท่อเล็กต่อเข้าบ้าน แต่ปัจจุบันมีการผลิตท่อขนาดใหญ่จนนำมาใช้สำหรับเป็นท่อหลักจ่ายน้ำได้ ท่อพลาสติกมีหลายชนิด เช่น ท่อพีวีซี ท่อพีอี วัสดุที่ทำท่อมักจะไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีทำให้ทนต่อการกัดกร่อน ผิวของท่อเรียบมาก แข็งแรง และรับความดันภายในท่อได้ดี ท่อพีวีซี มีตั้งแต่ขนาด 12.5-400 มม. ความยาวท่อนละ 6 เมตร แอ่นตัวได้ดี การต่อท่ออาจเป็นแบบใช้ข้อต่อทาน้ำยาเชื่อมหรือเป็นแบบปากระฆังมีวงแหวนยางกันรั่วซึ่งเหมาะสมกับท่อพีวีซีขนาดใหญ่ ท่อพีอีมีขนาดตั้งแต่ 12.5-150 มม. เหมาะสำหรับการเป็นท่อต่อเข้าตรอกหรือทางแคบคดเคี้ยว เนื่องจากสามารถวางโค้งไปมาได้ การต่อท่อเข้าด้วยกันทำได้โดยการขยายปลายท่อให้บานออกด้วยแครื่องมือเฉพาะกิจ ซึ่งให้ความร้อนจนท่ออ่อนตัวและบานออกจนปลายท่ออีกเส้นหนึ่งสอดเข้าได้

2.8 มาตรฐานน้ำดิบ

ตาราง 2.4 มาตรฐานน้ำดิบขององค์การอนามัยโลก

ลักษณะสมบัติ	Max.Allowable
ลักษณะทางกายภาพ	
สี (Colour)	300 Units
ความขุ่น (Turbidity)	Narrative
ลักษณะทางเคมี	
สารละลายทั้งหมด	1500 mg/l

ลักษณะทางเคมี

สารละลายทั้งหมด	1500	mg/l
เหล็ก (Iron)	50	mg/l
แมงกานีส (Manganese)	5	mg/l
ทองแดง (Copper)	.5	mg/l
สังกะสี (Zinc)	15	mg/l
ซัลเฟต (Sulphate as Na_2SO_4 and $MgSO_4$)	1000	mg/l
ABS (Alkyl Benzyl Sulfonates)	0.5	mg/l
ตะกั่ว (Lead)	0.05	mg/l
เซเลเนียม (Selenium)	0.01	mg/l
โครเมียม (Chromium)	0.05	mg/l
ไซยาไนต์ (Cyanide)	0.2	mg/l
อาซีนิค (Arsenic)	0.05	mg/l
แคดเมียม (Cadmium)	0.01	mg/l
ฟลูออไรด์ (Fluride)	1.5	mg/l
ไนเตรท (Nitrate)	45	mg/l
แอมโมเนียอิสระ (Free Amonia)	0.5	mg/l
สารประกอบของฟีนอล	0.002	mg/l
สารกัมมันตรังสี (Gross Beta Activity)	1000	uuc/l
COD	10	mg/l
BOD	6	mg/l
ไนโตรเจนทั้งหมด (ไม่รวม ไนเตรท)	1	mg/l
ไขมัน	1	mg/l
CCE (Carbon Chloroform Extract)	0.5	mg/l
Coliform Bacteria	Narrative	

ที่มา : ดร.ประพนธ์ เขมดำรง ; การออกแบบวิศวกรรมการประปา

2.9 มาตรฐานน้ำประปา

ตาราง 2.5 มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก

Standard of Drinking Water (WHO)

(Physical and Chemical)

Toxic Substance	Maximum Allowable mg/l
Lead (as Pb)	0.05
Selenium (as Se)	0.01
Arsenic (as As)	0.05
Chromium (as Cr hexavalent)	0.05
Cyanide (as CN)	0.2
Cadmium	0.01

Substance Affecting the Potability of Water

Substance	Max.Acceptable	Max.Allowable
Total Solid	500 mg/l	1500 mg/l
Color	5 Units	50 Units
Turbidity	5 Units	25 Units
Taste	Unobjectionable	-
Odor	Unobjectionable	-
Iron (Fe)	0.3 mg/l	1.0 mg/l
Manganese (Mn)	0.1 mg/l	0.5 mg/l
Copper (Cu)	1.0 mg/l	1.5 mg/l
Zinc (Zn)	5.0 mg/l	15 mg/l
Calcium (Ca)	75 mg/l	200 mg/l
Magnesium (Mg)	50 mg/l	150 mg/l
Sulfate (SO_4)	200 mg/l	400 mg/l
Chloride (Cl)	200 mg/l	600 mg/l
pH range	7.0 - 8.5	
Magnesium + Sodium Sulfate	500 mg/l	1000 mg/l
Phenolic Substance (as Phenol)	0.001 mg/l	0.002 mg/l
Alkyl Benzyl Sulfonates	0.5 mg/l	1.0 mg/l

Standard of Bacteriological Quality

90 % of Sample in year negative for Coliforms i.e.

90 % of Sample MPN $<$ 1.0

No Sample MPN $>$ 1.0

MPN 8 - 10 not to occur in Consecutive Sample

ที่มา : มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ ; วิศวกรรมการประปา เล่ม1 ,2538

ตารางที่ 2.6 มาตรฐานน้ำดื่มการประปานครหลวง

ลำดับที่	ชนิด	ที่ยอมให้มีได้ในน้ำดื่ม P.P.M
1	สารที่เป็นพิษถ้ามีเกินจำนวนที่กำหนดทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพคือ	
	ตะกั่ว (Lead)	0.05
	เซเลเนียม (Selenium)	0.01
	โครเมี่ยม (Chromium)	0.05
	ไซยาไนด์ (Cyanide)	0.01 - 0.02
	อาซีนิค (Arsinic)	0.01 - 0.05
2	สารบางจำพวกที่เกี่ยวกับสุขภาพถ้ามีมากเกินจำนวนที่กำหนดอาจทำให้เกิดโรคได้คือ	
	ฟลูออไรด์ (Fluoride)	1.2 (acceptable)
	ไนเตรท (Nitrate)	1.5
3	สารบางจำพวกที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของน้ำดื่ม สารพวกนี้ถ้ามีมากเกินจำนวนที่กำหนด ทำให้น้ำไม่น่าดื่ม	
	กลิ่นและรส (Odour and taste)	ไม่เป็นที่รังเกียจ
	สี (Color)	20 Units
	ความขุ่น (Turbidity)	5 Units
	ความเป็นกรด - ด่าง (pH Value)	6.8 - 8.2
	สารทั้งหมด (Total solids)	1000
	ความกระด้าง (Total hardness)	300
	เหล็ก (Iron)	0.5
	แมงกานีส (Manganese)	0.30
	ทองแดง (Copper)	1.0-3.0
	สังกะสี (Zinc)	15
	แมกนีเซียม (Magnesium)	125
	ซัลเฟต (Sulfate as Na_2SO_4)	250
	คลอไรด์ (Chloride)	250
	ฟีนอล (Phenol)	0.002 - 0.001

ลำดับที่	ชนิด	ที่ยอมให้มีได้ในน้ำดื่ม P.P.M.
4	สารบางจำพวกที่มีอยู่ในน้ำมากเกินไปแสดงว่า น้ำนั้นไม่สะอาดพอ มีสิ่งสกปรกปนอยู่ด้วย	
	ออกซิเจนคอนซูมด์	0.2
	แอมโมเนียอิสระ (Free ammonia)	0.1
	อัลบูมินิยด์ แอมโมเนีย (Albumenoid ammonia)	ต้องไม่มีอยู่เลย
	ไนไตรด์ (Nitrate) (ในรูป Nitrogen)	น้อยกว่า 0.001
5	แบคทีเรียที่อาจจะทำให้เกิดโรคต่อมนุษย์ได้ ยอมให้มีดังนี้	
	น้ำที่สะอาดมี โคไลฟอร์ม(Coliform Bacteria) ค่าMPN น้อยกว่า 1 ในน้ำ 100 มิลลิลิตร หรือต้องไม่มีเลย	
	น้ำที่สะอาดมีโคไลฟอร์มแบคทีเรีย ค่า MPN น้อยกว่า 1- 2.2 ในน้ำ 100 มิลลิลิตร	
	น้ำที่สงสัยว่าสะอาดหรือไม่มีโคไลฟอร์มแบคทีเรีย ค่า MPN 3 - 10 ในน้ำ 100 มิลลิลิตร	
	น้ำที่ไม่สะอาดมีโคไลฟอร์มแบคทีเรีย มีค่า MPN มากกว่า 10 ในน้ำ 100 มิลลิลิตร	
	สำหรับน้ำประปาจะต้องมี Coliform Bacteria ค่า MPN น้อยกว่า 2.2 (หรือต้องไม่มีเลย)	

ที่มา : โกมล ศิวบวร , เชาวยุทธ พรพิมลเทพ และสุวิทย์ ชุมนุมศิริวัฒน์ ; การประปาเบื้องต้น . พิมพ์ครั้งที่ 4 , 2534

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยเก็บตัวอย่างน้ำประปาจำนวน 13 จุดที่กำหนดในมหาวิทยาลัยนเรศวรส่วนหนองอ้อ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาและอ่างเก็บน้ำดิบ 2 สัปดาห์ / เดือน โดยเก็บทุกวันพุธของสัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน โดยมีรายละเอียดและวิธีการดังนี้

3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา

เก็บน้ำตัวอย่างทั้งหมด 13 จุด ได้แก่

- อ่างเก็บน้ำดิบ
- โรงผลิตน้ำประปา
- หอพักนักศึกษาหญิง 7
- อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์
- อาคารวิทยาศาสตร์
- อาคารศูนย์พลังงาน
- หอพักอาจารย์
- อาคารคณะเกษตรศาสตร์
- หอสมุด
- อาคารมิ่งขวัญ
- อาคารอเนกประสงค์
- อาคารคณะเภสัชศาสตร์
- สถานีวิทยุ

ท่อน้ำประปาขนาด 12 นิ้ว ซีเมนต์ใยหิน

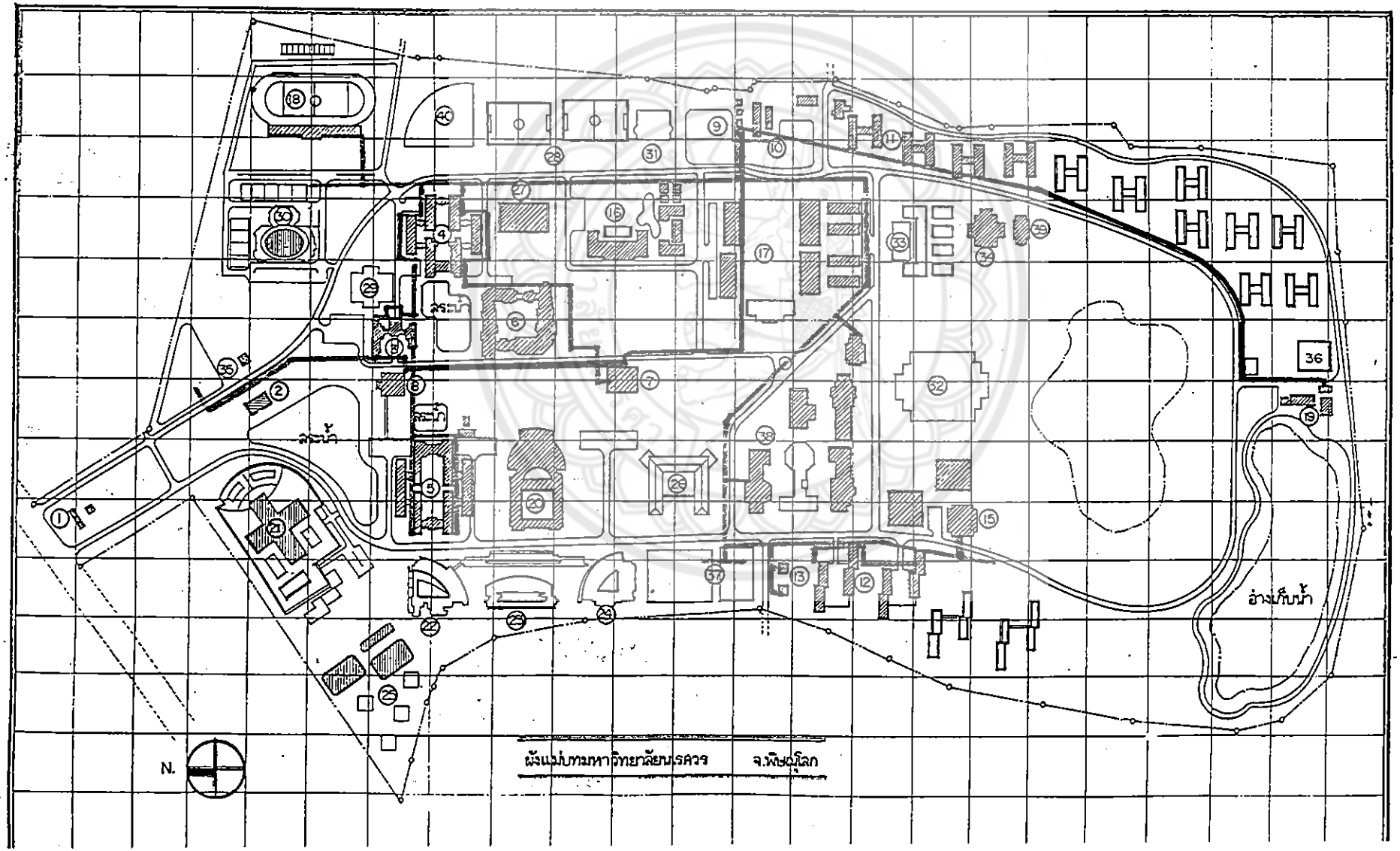
ท่อน้ำประปาขนาด 8 นิ้ว ซีเมนต์ใยหิน

ท่อน้ำประปาขนาด 8 นิ้ว (เมนเก่า)

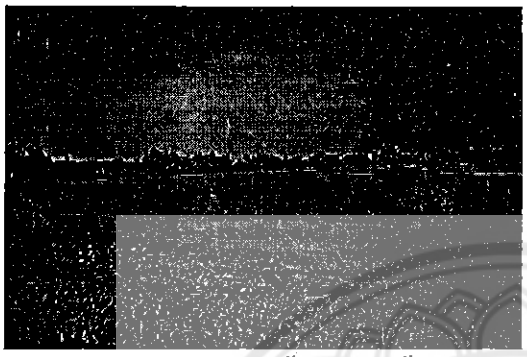
ท่อน้ำประปาขนาด6 นิ้ว เหล็กชุบสังกะสี

ท่อน้ำประปาขนาด 4 นิ้ว เหล็กชุบสังกะสี

ท่อน้ำประปาขนาด 2 นิ้ว เหล็กชุบสังกะสี



- อ่างเก็บน้ำดิบ



รูปที่ 3.1 จุดเก็บน้ำอ่างเก็บน้ำดิบ

- โรงผลิตน้ำประปา

รูปที่ 3.2 จุดเก็บน้ำประปาโรงผลิตน้ำประปา

- หอพักนักศึกษาหญิง 7

รูปที่ 3.3 จุดเก็บน้ำประปาหอพักนักศึกษาหญิง 7

- อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์

รูปที่ 3.4 จุดเก็บน้ำประปาอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์

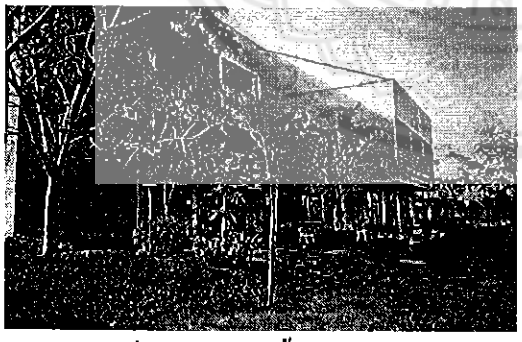
- อาคารวิทยาศาสตร์

รูปที่ 3.5 จุดเก็บน้ำประปาอาคารวิทยาศาสตร์

- หอพักอาจารย์

รูปที่ 3.6 จุดเก็บน้ำประปาหอพักอาจารย์

- อาคารศูนย์พลังงาน



รูปที่ 3.7 จุดเก็บน้ำประปาอาคารศูนย์พลังงาน

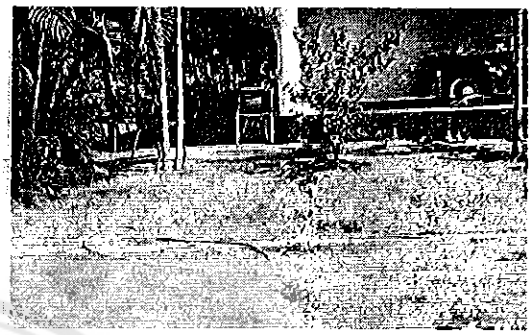
- หอสมุด

รูปที่ 3.8 จุดเก็บน้ำหอสมุด

- อาคารคณะเกษตรศาสตร์

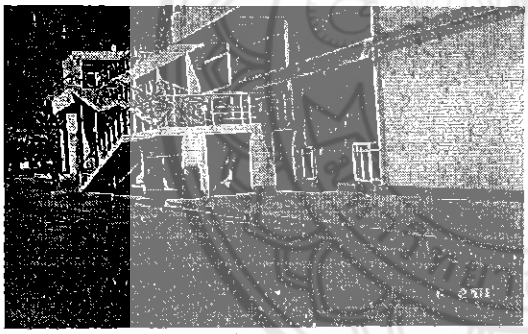
รูปที่ 3.9 จุดเก็บน้ำอาคารคณะเกษตรศาสตร์

- อาคารมิ่งขวัญ



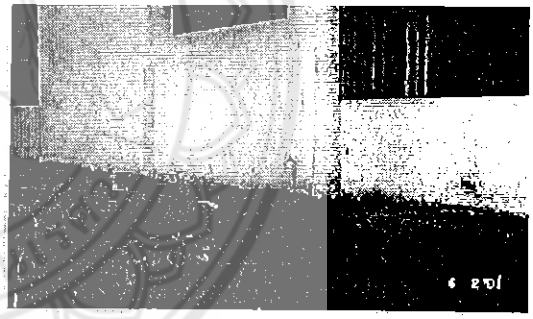
รูปที่ 3.10 จุดเก็บน้ำอาคารมิ่งขวัญ

- อาคารอนเกประสงค์



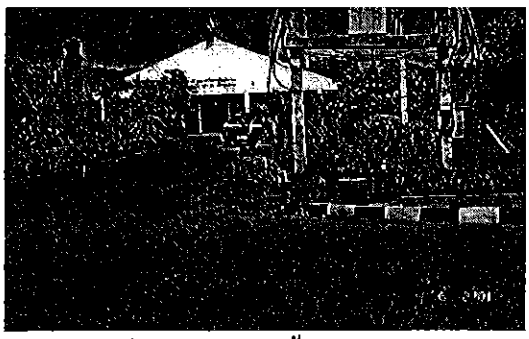
รูปที่ 3.11 จุดเก็บน้ำอาคารอเนกประสงค์

- อาคารคณะเภสัชศาสตร์



รูปที่ 3.12 จุดเก็บน้ำอาคารคณะเภสัชศาสตร์

- สถานีวิทยุ



รูปที่ 3.13 จุดเก็บน้ำสถานีวิทยุ

3.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำประปา

3.3.1 เก็บโดยใช้ขวดพลาสติกขนาด 1.25 ลิตร เพื่อนำไปทดสอบปริมาณคลอรีนและไนไตรท-ไนเตรท โดยเปิดน้ำจากก๊อกน้ำทิ้งไว้ประมาณ 1 นาทีแล้วล้างขวด จากนั้นจึงกรอกน้ำใส่ขวดจนเต็ม ปิดฉลากแสดงวันเวลา สถานที่เก็บน้ำตัวอย่างให้เรียบร้อย

3.3.2 เก็บโดยใช้ขวดแก้วขนาด 125 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคแล้ว เพื่อนำไปทดสอบหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยเก็บเช่นเดียวกับขวดพลาสติก แต่กรอกน้ำไม่เต็มเพื่อเหลืออากาศให้จุลชีพไว้หายใจ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง ได้แก่

- ขวดพลาสติกขนาด 1.25 ลิตร 13 ขวด
- ขวดแก้ว 125 มิลลิลิตร 13 ขวด
- กล่องโฟมบรรจุขวดแก้วพร้อมหูหิ้ว 1 กล่อง
- เทอร์โมมิเตอร์

3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์
พีเอช	เครื่อง pH Meter
คลอรีน	Free and Total Chlorine Test Kit
โคลิฟอร์ม	Most Probable Number (MPN)
ไนไตรท	Colorimetric Analysis
ไนเตรท	Hydrazine Sulfate

ที่มา : 1.APHA , AWWA and WPCF 1998

2.วิไลลักษณ์ กิจจนะพานิช , 2538

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 อุณหภูมิ

เครื่องมือ : เทอร์โมมิเตอร์

วิธีการทดลอง : นำเทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงในน้ำที่ต้องการวัดอุณหภูมิทิ้งไว้จนอุณหภูมิคงที่ แล้วทำการอ่านค่าอุณหภูมิโดยการอ่านค่าอุณหภูมิต้องอ่านในแนวระดับที่ตรงกับสายตาเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

3.5.2 พีเอช

วิธีการหาค่าพีเอชโดยการใช้เครื่อง pH Meter

เครื่องมือ : 1. เครื่อง pH Meter
2. สารละลายมาตรฐาน pH 4 และ pH 7
3. บีกเกอร์

วิธีการทดลอง :

หลักการหาค่าพีเอชด้วยใช้เครื่อง pH Meter โดยทั่วไปจะทำการเทียบค่ามาตรฐานกับสารละลายที่ทราบค่าแล้วก่อนทำการวัดค่าทุกครั้ง โดยจะเทียบค่ากับสารละสายมาตรฐาน pH 4 และ pH 7 โดยการเทียบค่าจะทำขั้นตอนตามที่คู่มือของเครื่องได้กำหนดไว้ แล้วจึงทำการทดลองต่อไป วิธีการวัดค่าทำได้ดังนี้

ก. นำตัวอย่างน้ำมาใส่บีกเกอร์

ข. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งอีเล็คโทรดให้สะอาด ใช้กระดาษทิชชูชนิดเนื้อละเอียดซับน้ำให้แห้ง

ค. เปิดเครื่องแล้วทำการเทียบค่าสารละลายมาตรฐาน pH 4 และ pH 7 พร้อมใช้งานต่อได้เลย

ง. ใช้น้ำกลั่นล้างอีเล็คโทรด ซับให้แห้ง

จ. ทำการวัดค่าพีเอช โดยใช้อีเล็คโทรดจุ่มลงไปในตัวอย่างน้ำที่จะทำการทดลอง

ฉ. อ่านค่าที่แสดงบนหน้าจอเครื่อง pH Meter แล้วจดค่าไว้

ช. แล้วทำตามขั้นตอนตามข้อ 4 , 5 และ 6 อีก ถ้าหากมีตัวอย่างที่จะทำการวัดค่าพีเอชอีก (ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาหาค่าต้องมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิของสารละลายมาตรฐานในข้อ ค.)

หมายเหตุ รายละเอียดนอกเหนือจากที่กล่าวมานี้ จะอ่านได้จากคู่มือประจำเครื่อง

3.5.3 คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)

เครื่องมือ :

1. Free and Total Chlorine Test Kit

1.1 Color Comparator

1.2 Color Disc , DPD Chlorine 0-3.5 mg/l

1.3 Color Viewing Tube with Cap

1.4 DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows

1.5 DPD Total Chlorine Reagent Powder Pillows

2. หลอดทดลองขนาดกลางจำนวน 13 หลอด

3. ตะแกรงใส่หลอดทดลอง

4. ปิเปตขนาด 10 ml จำนวน 2 หลอด

วิธีการทดลอง :

ก. ใช้ปิเปตขนาด 10 ml ดูดตัวอย่างน้ำจากขวดพลาสติก 1.25 ลิตร ปริมาณ 10 ml ใส่ลงในหลอดทดลองให้ครบทั้ง 12 จุดเก็บน้ำประปา

ข. ใช้ปิเปตขนาด 10 ml อีกอันหนึ่ง ดูดน้ำกลั่นปริมาณ 10 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง

ค. เทน้ำกลั่นจากหลอดทดลองใส่ลงใน Color Viewing Tube หลอดแรก จนถึงขีดบอก ปิดฝาให้สนิท แล้ววางใน Color Comparator

ง. เทน้ำตัวอย่างจากหลอดทดลองใส่ลงใน Color Viewing Tube หลอดที่สอง

จ. นึกซอง Reagent Powder Pillows แล้วใส่ผง DPD Free Chlorine ลงในหลอดน้ำตัวอย่าง

ปิดฝาให้สนิท แล้วเขย่าหลอดเบา ๆ ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที

ฉ. เทียบสีน้ำกลั่นที่มองผ่าน Color Disc กับน้ำตัวอย่าง แล้วอ่านปริมาณคลอรีน มีหน่วยเป็น mg/l

3.5.4 คลอรีนรวม (Total Chlorine)

ดำเนินการทดลองเหมือน Free Chlorine แต่เปลี่ยนไปใช้ผง DPD Total Chlorine แทน และตั้งทิ้งไว้ 3 นาทีแต่ไม่เกิน 5 นาที

3.5.5 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

เครื่องมือ :

1. ขวดแก้วขนาด 125 ml 13 ขวด ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อโรคที่อุณหภูมิ 103^{0}C ในตู้อบประมาณ 1 ชั่วโมง

2. หลอดทดลองขนาดกลาง 120 หลอด
3. หลอดทดลองขนาดเล็ก 15 หลอด
4. หลอดเดอร์แรม (Durham Tube)
5. ปิเปต 10 ml จำนวน 13 อัน
6. ปิเปต 1 ml จำนวน 3 อัน
7. ตู้อบความดัน (Lab autoclave)
8. ตู้เพาะเชื้อ (Incubato)
9. เครื่องชั่งละเอียด (Electronics Balance)

การเตรียมเครื่องมือ : นำขวดแก้ว หลอดทดลองขนาดกลางและขนาดเล็ก หลอดเดอร์แรม ปิเปต ใส่ไปในตู้อบเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง โดยปิเปตจะใส่ในกล่องอลูมิเนียมก่อนเข้าตู้อบ จากนั้นนำออกมาทิ้งไว้ในที่สะอาดจนเย็น

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ : ตวงอาหารเลี้ยงเชื้อโดยใช้ปริมาณอาหาร 53.4 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ใช้หลอดทดลอง 120 หลอด และน้ำที่เจือจาง 20 ml /หลอดทดลอง 1 หลอด

วิธีการทดลอง : แบ่งเป็น

1. การหาโคลิฟอร์มในน้ำประปา

ก. นำปิเปตขนาด 20 ml ดูดน้ำอาหารเลี้ยงเชื้อจากภาชนะที่ใช้ผสม ใส่ลงในหลอดทดลอง หลอดละ 20 ml เป็นจำนวน 120 หลอด

ข. ใส่หลอดเดอร์แรม

ค. อุดด้วยสำลีจนแน่นแล้วนำไปอบในตู้อบความดันไอน้ำ เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 psi เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบกำหนดทิ้งจนเย็นแล้วจึงนำออกมา

ง. ทำการเขียนสถานที่เก็บน้ำประปาทั้ง 12 จุดมาติดข้างหลอดทดลองเป็นจำนวน 12 ชุด ชุดละ 10 หลอดทดลอง

จ. ดึงสำลีออกแล้วใช้ปิเปตขนาด 10 ml ดูดน้ำประปาปริมาตร 10 ml ใส่หลอดทดลองจุดเก็บละ 10 หลอดทดลอง

ฉ. ปิดสำลีตามเดิม แล้วนำหลอดทดลองทั้งหมดใส่เข้าไปในตู้เพาะเชื้อ (Incubator) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

ช. เมื่อครบ 48 ชั่วโมง นำหลอดทดลองมาตรวจสอบการเจริญเติบโตของเชื้อโรคโดยดูจากปริมาณแก๊สที่เกิดในหลอดเดอร์แรม

ช. บันทึกผลเป็นจำนวนหลอดที่พบแก๊ส แล้วแปลงค่าเป็น MPN Index

2 . การหาโคลิฟอร์มในน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

ก. นำปิเปตขนาด 10 ml ดูดน้ำอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาตร 10 ml ใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็กที่เตรียมไว้ 15 หลอด

ข. ใส่หลอดเดอร์แรมลงไปในหลอดทดลอง

ค. อุดด้วยสำลีจนแน่นให้ครบทุกหลอดทดลอง แล้วนำไปอบในตู้อบความดันไอน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 psi เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบกำหนดทิ้งจนเย็นแล้วจึงนำออกมา

ง. แบ่งหลอดทดลองเป็น 3 กลุ่ม ๆละ 5 หลอด

จ. ดึงสำลีออกแล้วปิเปตขนาด 10 ml ดูดน้ำตัวอย่างปริมาตร 10 ml ต่อหลอดทดลอง 1 หลอดจนครบ 5 หลอด

ฉ. ใช้ปิเปตขนาด 10 ml ดูดน้ำตัวอย่างปริมาณ 1 ml ใส่ในหลอดทดลอง 5 หลอด

ช. ที่เหลืออีก 5 หลอดใส่น้ำตัวอย่าง 0.1 ml

ซ. อุดด้วยสำลี แล้วนำหลอดทดลองทั้งหมดใส่เข้าไปในตู้เพาะเชื้อ(Incubator) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

ฌ. เมื่อครบ 48 ชั่วโมง นำหลอดทดลองมาตรวจสอบการเจริญเติบโตของเชื้อโรคโดยดูปริมาณแก๊สที่เกิดในหลอดเดอร์แรม

ญ. บันทึกผลเป็นจำนวนหลอดที่พบแก๊ส แล้วแปลงค่าเป็น MPN Index

3.5.6 ไนไตรท

เครื่องมือ :

1. หลอดทดลองขนาดกลาง 42 หลอด
2. Cuvette 1 อัน
3. Spectrophotometer uv/vis
4. ปิเปตขนาด 10 ml 1 อัน
5. ปิเปตขนาด 1 ml 2 อัน

สารเคมี :

1. ซัลฟานิลาไมล์
2. เนฟท์ธิลลีนโดเอมีนไดไฮโดรคลอไรด์
3. น้ำกลั่น 1 ขวด

วิธีการทดลอง :

ก. ปิเปตน้ำตัวอย่าง 10 ml ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง

ข. เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 1.0 ml เขย่า และตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2 – 8 นาที

ค. เติมสารละลายแนฟท์ธิลลีนไอเอมีนไดไฮโดรคลอไรด์ 1.0 ml แล้วเขย่าให้เข้ากันทันที

ง. ทำการวัด absorbance ภายหลังทิ้งไว้ 5 - 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง ที่ 543 nm.

จ. นำค่า absorbance ที่ได้ไปเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐาน จะได้เป็นปริมาณ mg/l

3.5.7 ไนเตรท :

เครื่องมือ : เหมือนกับการทำไนไตรท แต่มีหลอดขนาดกลางพร้อมฝาปิดขวด 42 อัน

สารเคมี :

1. สารผสมชนิดที่ 1 ได้แก่ ฟีนอล ผสมกับ NaOH
2. สารผสมชนิดที่ 2 ได้แก่ $CuSO_4$ ผสมกับ ไฮดรา
3. อะซิโตน
4. ซัลฟาฟิลาไมด์
5. เนฟท์ธิลลีนไอเอมีนไดไฮโดรคลอไรด์

วิธีการทดลอง :

ก. ปิเปตตัวอย่าง 10 ml ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง

ข. เติมสารผสมชนิดที่ 1, 0.5 ml

ค. เติมสารละลายผสมชนิดที่ 2, 0.25 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน และปิดฝา นำไปอบในที่มืด อุณหภูมิ 30 °C ประมาณ 15 –20 ชั่วโมง

ง. เติมอะซิโตน 0.4 ml เขย่า และตั้งทิ้งไว้ 2 นาที

จ. เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 0.2 ml เขย่า และตั้งทิ้งไว้ 2 นาที แต่ไม่เกิน 8 นาที

ฉ. เติมสารละลายเนฟท์ธิลลีนไดเอมีนไอไฮโดรคลอไรด์ 0.2 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน

ช. ทำการวัด absorbance ภายหลังทิ้งไว้ 5 - 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง ที่ 543 nm

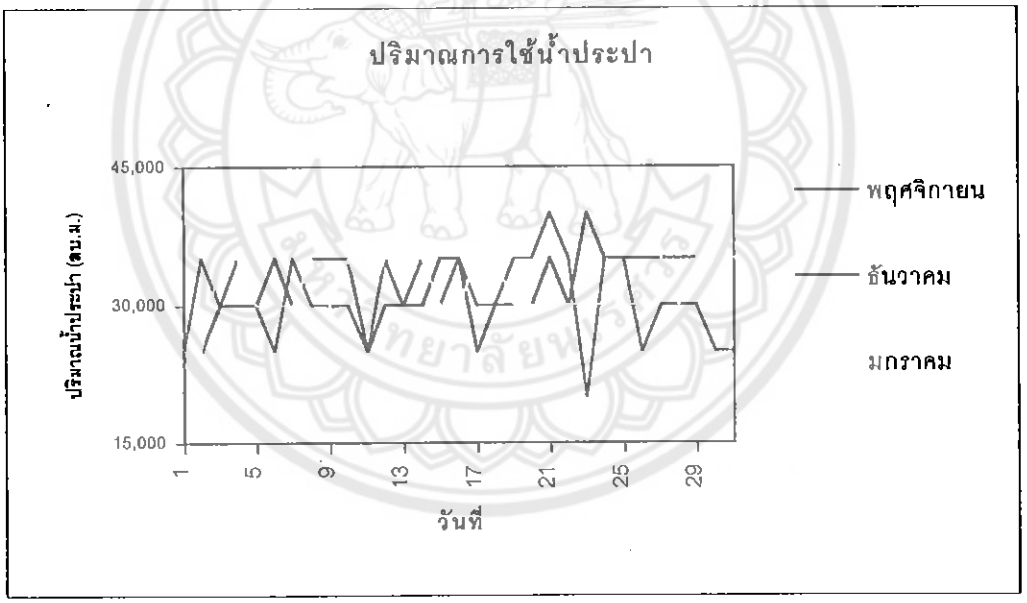
ช. นำค่า absorbance ที่ได้ไปเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานจะได้เป็นปริมาณ mg/l

บทที่4

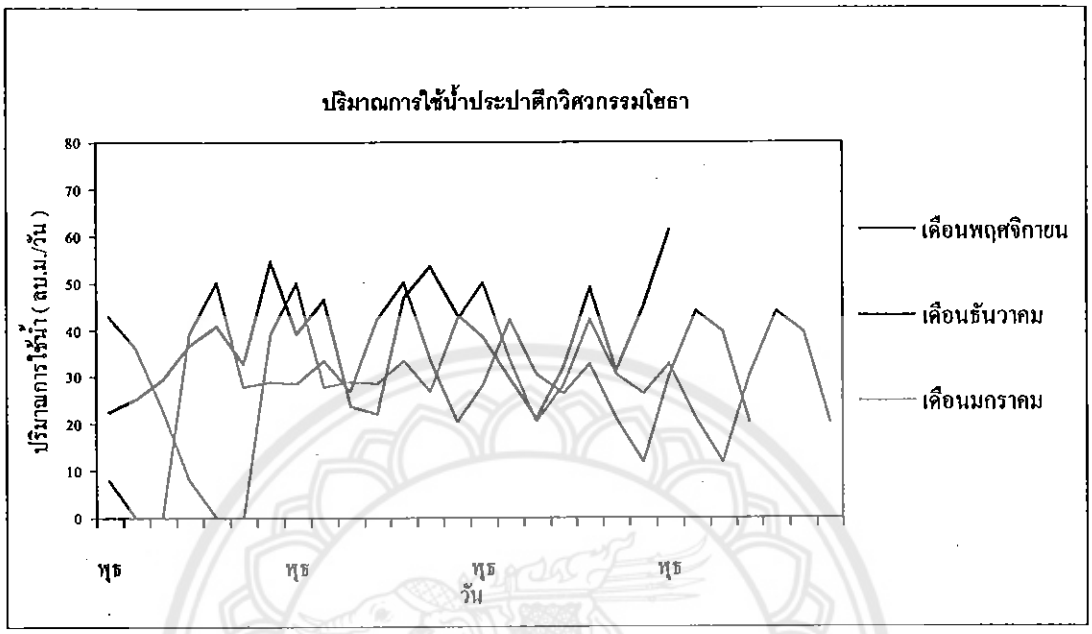
ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 ปริมาณการใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวร

จากการสำรวจปริมาณการใช้น้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรและการใช้น้ำประปา ณ ตึกวิศวกรรมโยธา ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2543 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ 2544 ได้แสดงดังรูปที่ 4.1 และรูป 4.2



รูปที่4.1 ปริมาณการใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 4.2 ปริมาณการใช้น้ำประปาตึกวิศวกรรมโยธา

จากกราฟรูปที่ 4.1 พบว่าการใช้น้ำประปาของมหาวิทยาลัยมีค่าเฉลี่ย 35,500 ลบ.ม./วัน เป็นค่าที่สูงมาก การจ่ายน้ำประปาจากสถานีประปานั้นจะจ่ายน้ำทุกๆ 2 ชั่วโมง หรือ 5-7 ครั้ง/วัน จะจ่ายน้ำครั้งละ 5,000 ลบ.ม.

จากกราฟรูปที่ 4.2 พบว่าการใช้น้ำประปาในตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิศวกรรมโยธานั้นมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าการใช้น้ำอยู่ในช่วง 0-60 ลบ.ม./วัน มีค่าเฉลี่ยในแต่ละวันแล้วมีค่าประมาณ 31 ลบ.ม./วัน เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมาการใช้น้ำมีปริมาณมากขึ้นเนื่องมาจากคณะวิศวกรรมมีจำนวนนิสิต อาจารย์ และเจ้าหน้าที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้มีการใช้น้ำอุปโภค บริโภคมากขึ้น

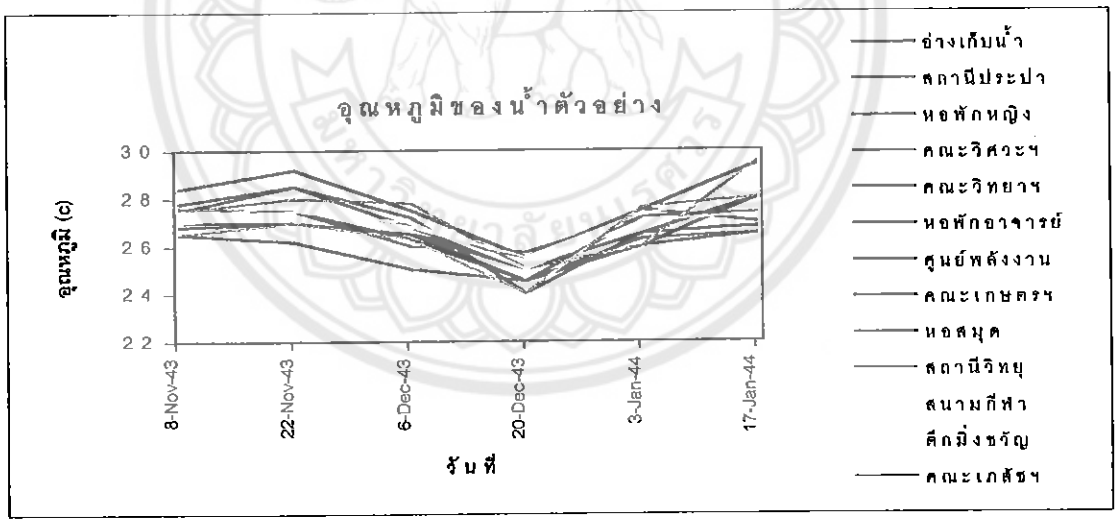
จากกราฟจะเห็นว่าการใช้น้ำมีค่าเป็นศูนย์ทั้งนี้เนื่องมาจากมีการใช้น้ำน้อยเกินไปสามารถนใช้น้ำที่ค้างอยู่บนถังได้เพียงพอโดยไม่ต้องสูบน้ำขึ้นไปเก็บไว้

4.2 อุณหภูมิ

ผลการวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิในน้ำประปาแสดงดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.3และรายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก

ตารางที่ 4.1 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ

จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า(°C)	ค่าเฉลี่ย(°C)	จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า(°C)	ค่าเฉลี่ย(°C)
อ่างเก็บน้ำดิบ	25.5-29.4	27.92	ตึกเกษตรฯ	25.0-28.5	27
สถานีประปา	24.0-28.5	26.95	หอสมุด	24.5-27.0	26.25
หอพักหญิง	25.5-27.0	26.72	สถานีวิทยุ	25.0-29.5	27.52
ตึกวิศวกรรมฯ	25.7-27.5	26.78	สนามกีฬา	25.5-28.0	27.05
ตึกวิทยาฯ	24.5-26.5	25.78	ตึกมิ่งขวัญ	25.0-27.5	26.8
หอพักอาจารย์	25.0-27.6	26.47	ตึกเภสัชฯ	24.0-27.0	26.57
ศูนย์พลังงาน	24.5-26.5	26.75			



รูปที่ 4.3 อุณหภูมิน้ำตัวอย่าง

จากตารางที่4.1 พบว่าอุณหภูมิที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำมีค่าเฉลี่ยรวมประมาณ 25.8 – 28.5°C และจะพบว่าอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดอยู่ที่สถานีประปา คือ 24 °C สูงสุดอยู่ที่สถานีวิทยุคือ 29.5 °C

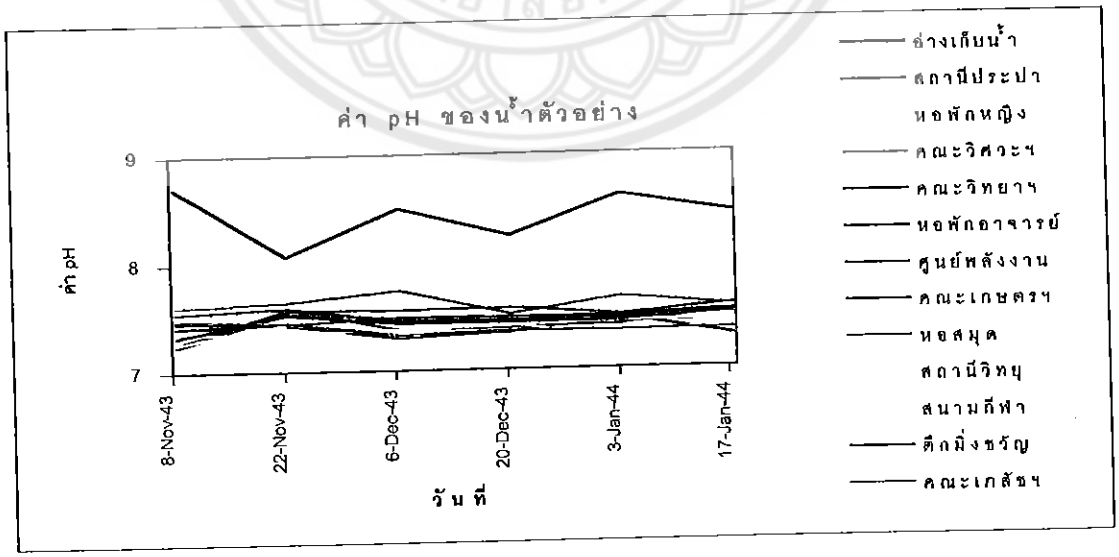
จากรูปที่ 4.3 พบว่า ค่าอุณหภูมิของตัวอย่างแต่ละจุดเก็บน้ำใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บตัวอย่างน้ำ เก็บในเวลาใกล้เคียงกันคือช่วงเวลา 9.30-10.30 น. แต่มีที่อ่างเก็บน้ำดิบที่อุณหภูมิสูงกว่าที่อื่นเนื่องจากน้ำถูกแสงแดดตลอดเวลาตั้งแต่เช้าจึงทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าที่อื่น

4.3 pH

ผลการวิเคราะห์ค่า pH ในน้ำประปาระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2543 ถึง เดือนมกราคม 2544 แสดงตารางที่ 4.2และรูป 4.4

ตารางที่ 4.2 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของ pH

จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย
อ่างเก็บน้ำดิบ	8.07-8.70	8.43	ตึกเกษตรฯ	7.30-7.47	7.38
สถานีประปา	7.31-7.52	7.43	หอสมุด	7.23-7.54	7.43
หอพักหญิง	7.32-7.59	7.47	สถานีวิทยุ	7.35-7.44	7.40
ตึกวิศวกรรมฯ	7.51-7.66	7.62	สนามกีฬา	7.26-7.42	7.36
ตึกวิทยาฯ	7.41-7.53	7.47	ตึกมิ่งขวัญ	7.32-7.52	7.44
หอพักอาจารย์	7.45-7.59	7.50	ตึกเภสัชฯ	7.33-7.48	7.39
ศูนย์พลังงาน	7.25-7.58	7.50			



รูปที่ 4.4 pH ของน้ำตัวอย่าง

จากตารางที่4.2 พบว่าค่า pH ของน้ำประปาตัวอย่างในแต่ละจุดนั้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 7.23-7.62 และทุกจุดมีค่า pH ใกล้เคียงกัน

จากกรูปที่ 4.4 พบว่าค่า pH ในจุดเก็บน้ำประปาตัวอย่างนั้นมีค่าใกล้เคียงกันมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากน้ำประปาที่ไหลตามท่อมานั้นเป็นน้ำประปาที่มาจากที่เดียว และเวลาเก็บน้ำเป็นช่วงเวลาเดียวกัน คือเวลาประมาณ 9.30 น.- 10.00 น. จะพบว่าค่า pH ของอ่างเก็บน้ำนั้นมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ทั้งนี้เนื่องมาจากอ่างเก็บน้ำเป็นแหล่งพักตะกอนที่มาจากคลองส่งน้ำซึ่งมีสาหร่ายอยู่มากทำให้น้ำมีสภาพเป็นด่าง

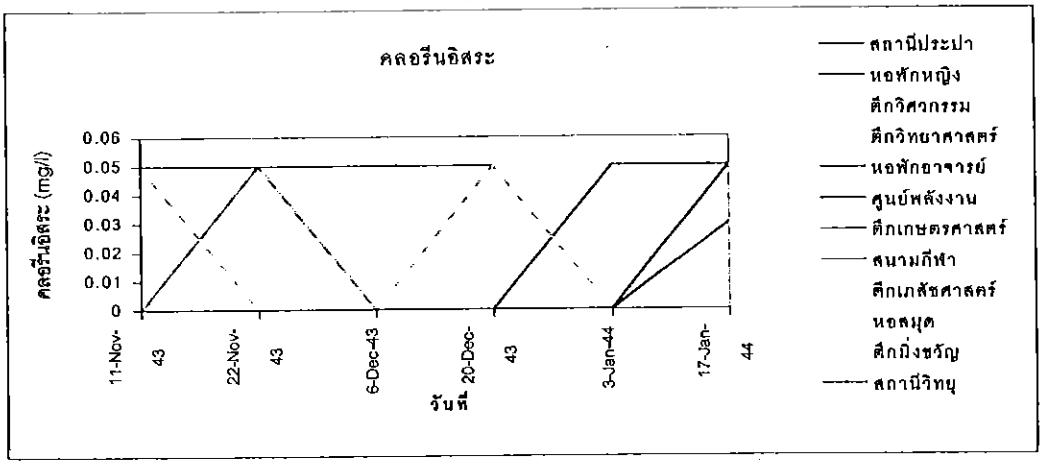
ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่า pH ของน้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวรมีสภาพน้ำเป็นกลาง

4.4 คลอรีนอิสระ

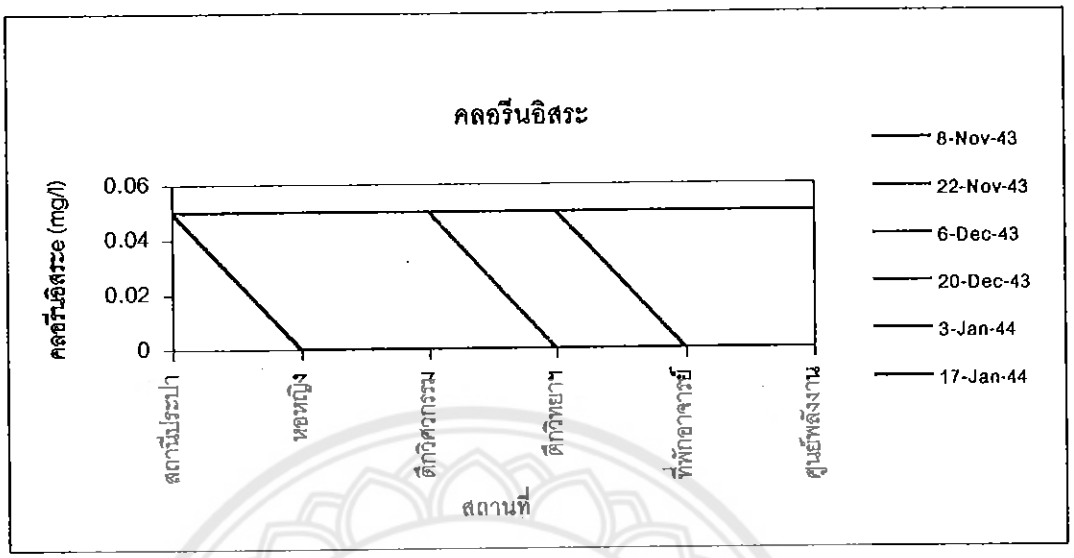
ผลการวิเคราะห์ค่าคลอรีนอิสระและคลอรีนรวมในน้ำประปาระหว่างวันเดือนพฤศจิกายน 2542 ถึงเดือน มกราคม 2544 แสดงดังตารางที่4.3 รูปที่ 4.5 - 4.8 และภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.3 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของคลอรีนอิสระ

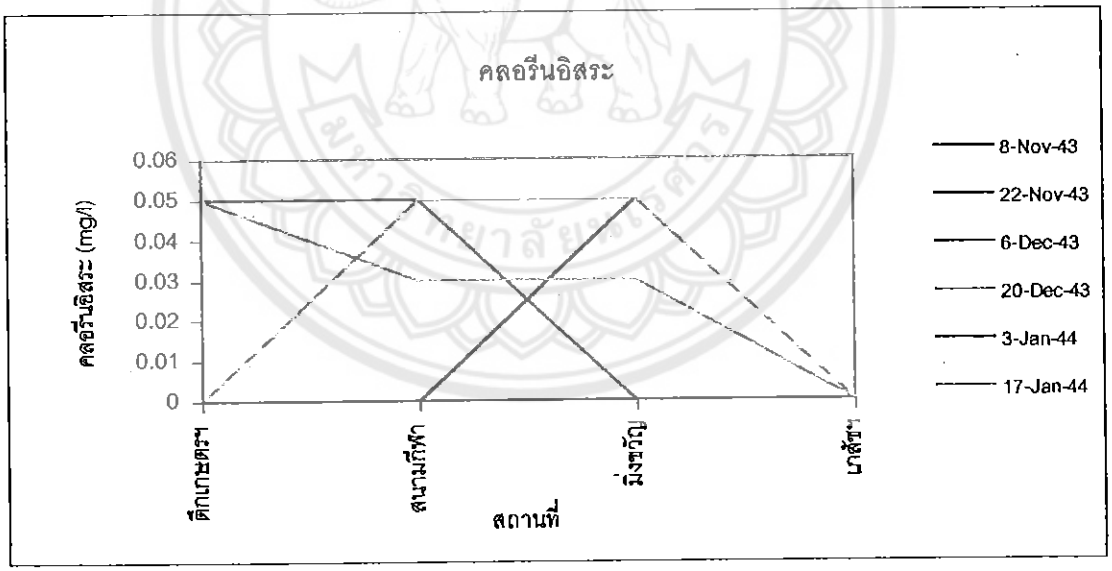
จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย
สถานีประปา	0.05	0.05	ตึกเกษตรฯ	0-0.05	0.025
หอพักหญิง	0-0.05	0.0417	หอสมุด	0	0
ตึกวิศวกรรมฯ	0-0.05	0.0417	สถานีวิทยุ	0-0.03	0.005
ตึกวิทยาฯ	0-0.05	0.017	สนามกีฬา	0-0.05	0.033
หอพักอาจารย์	0-0.05	0.017	ตึกมิ่งขวัญ	0-0.05	0.025
ศูนย์พลังงาน	0-0.05	0.008	ตึกเภสัชฯ	0	0



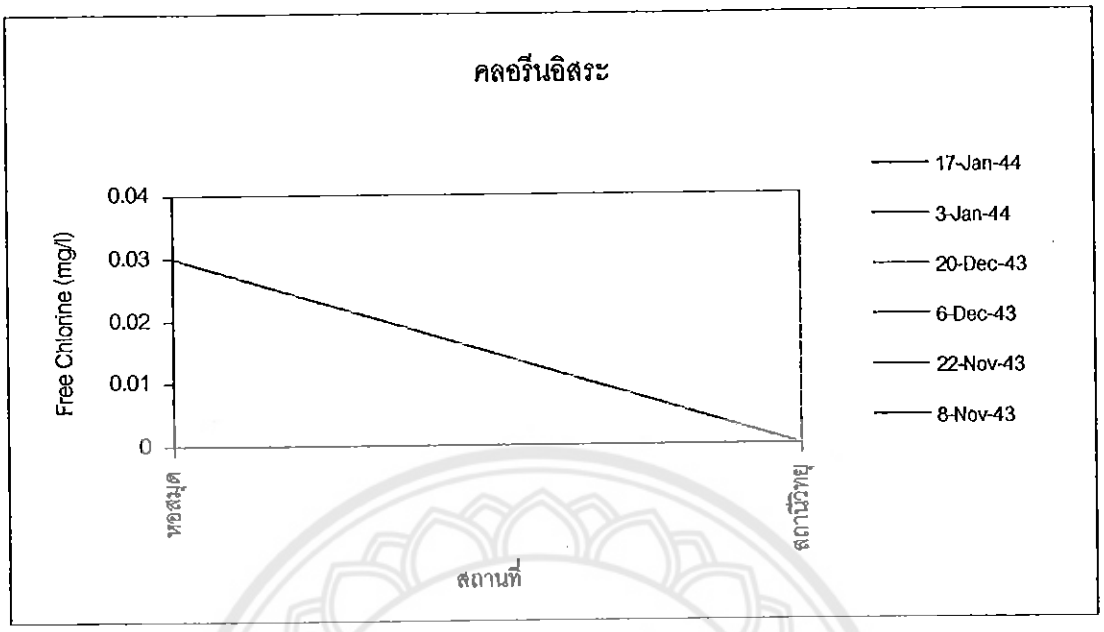
รูปที่ 4.5 คลอรีนอิสระ



รูปที่ 4.6 คลอรีนอิสระในเส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.7 คลอรีนอิสระในเส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.8 คลอรีนอิสระในเส้นท่อที่ 3

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าคลอรีนอิสระมีค่าอยู่ในช่วง 0-0.05 mg/l เป็นค่าที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของการประปานครหลวงที่กำหนด และแต่ละจุดเก็บน้ำนั้นมีปริมารคลอรีนอิสระอยู่น้อย

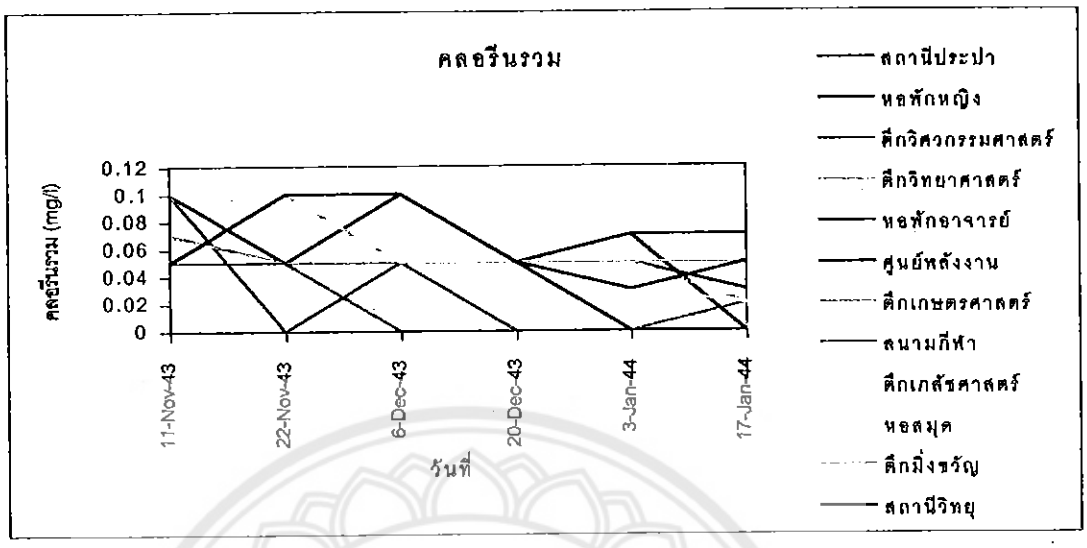
จากรูปที่ 4.5 พบว่าปริมาณคลอรีนอิสระที่มีอยู่ในน้ำประปาจะค่อยๆลดลงเมื่อน้ำประปาอยู่บริเวณใกล้ปลายท่อแสดงดังรูปที่ 4.6 4.7 และ4.8 ทำให้ตึกต่างๆ ที่ใช้น้ำบริเวณปลายท่อเสี่ยงต่ออันตรายจากเชื้อโรค แต่จะสังเกตได้ว่ามีการผสมคลอรีนลงในสถานีประปามากขึ้นทุกวันทำให้มีคลอรีนอิสระที่จะเข้าไปจับกับเชื้อโรคมากขึ้นแต่ก็ต่ำกว่ามาตรฐานการประปานครหลวง ซึ่งกำหนดให้มี Free Chlorine ในน้ำประปา 0.2-0.5 mg/l

4.5 คลอรีนรวม

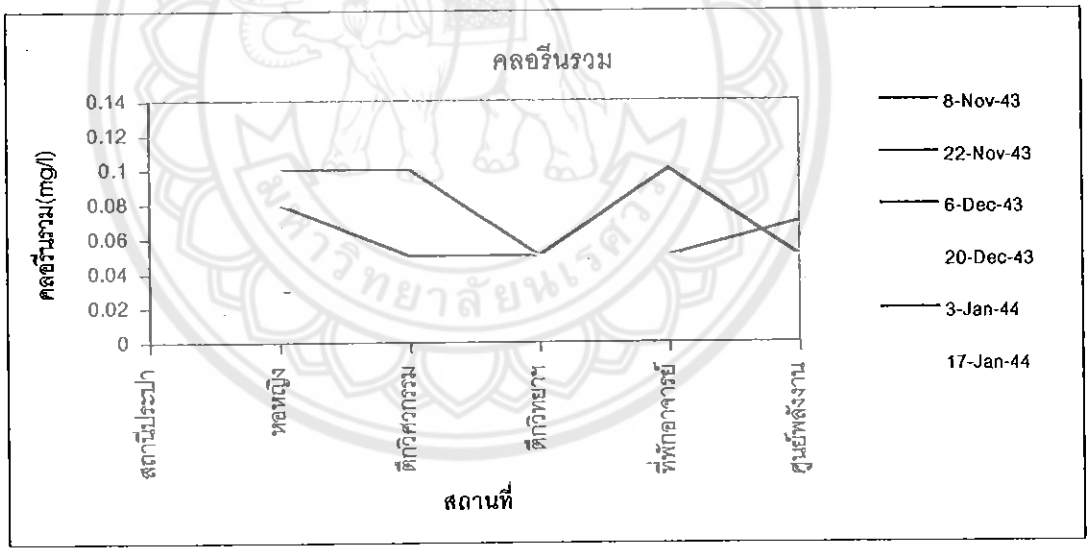
ผลการวิเคราะห์ค่าคลอรีนอิสระและคลอรีนรวมในน้ำประปาระหว่างวันเดือนพฤศจิกายน 2542 ถึงเดือน มกราคม 2544 แสดงดังตารางที่ 4.4 รูปที่ 4.9 - 4.12 และภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.4 ช่วงข้อมูลและค่าเฉลี่ยของคลอรีนรวม

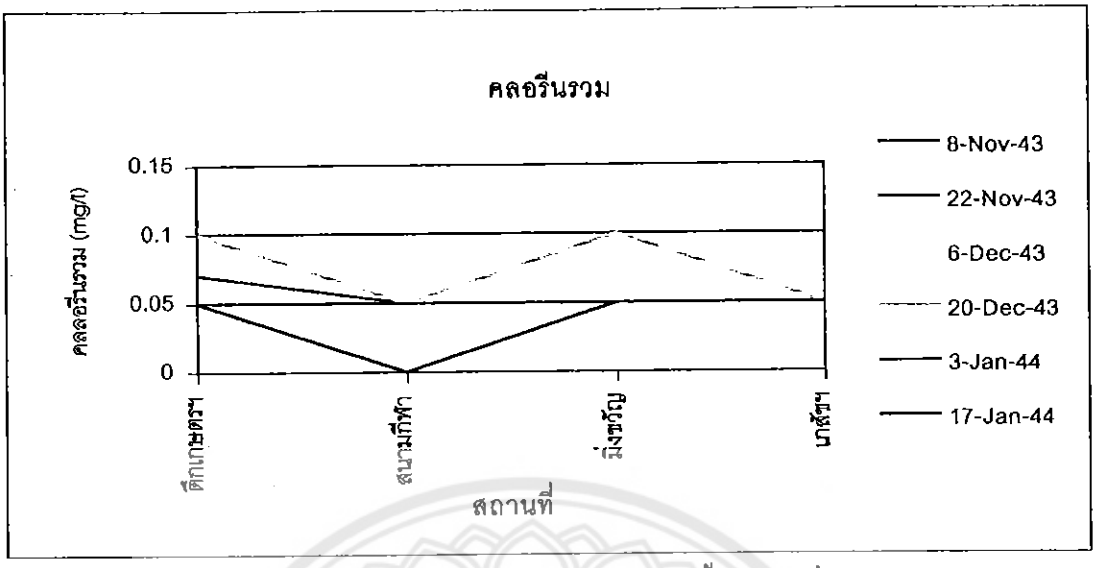
จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย
สถานีประปา	0.05-0.07	0.06	ตึกเกษตรฯ	0.02-0.07	0.05
หอพักหญิง	0.03-0.10	0.06	หอสมุด	0.02-0.10	0.05
ตึกวิศวกรรมฯ	0.00-0.10	0.03	สถานีวิทยุ	0.03-0.10	0.06
ตึกวิทยาฯ	0.00-0.05	0.03	สนามกีฬา	0.00-0.05	0.02
หอพักอาจารย์	0.00-0.10	0.04	ตึกมิ่งขวัญ	0.05-0.10	0.05
ศูนย์พลังงาน	0.00-0.07	0.05	ตึกเภสัชฯ	0.05-0.10	0.06



รูปที่ 4.9 คลอรีนรวม



รูปที่ 4.10 คลอรีนรวมในเส้นท่อน้ำประปาที่ 1



รูปที่4.11คลอรีนรวมในเส้นท่อน้ำประปาที่ 2

รูปที่4.12 คลอรีนรวมในเส้นท่อน้ำประปาที่ 3

จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่าคลอรีนรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 - 0.10 mg/l เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เพราะมีปริมาณคลอรีนรวมน้อยเกินไป ทำให้คลอรีนอิสระในน้ำประปามีโอกาสที่จะรวมกับเชื้อโรคได้ง่ายขึ้นส่งผลให้น้ำประปาที่นำมาอุปโภคบริโภคไม่ปลอดภัย

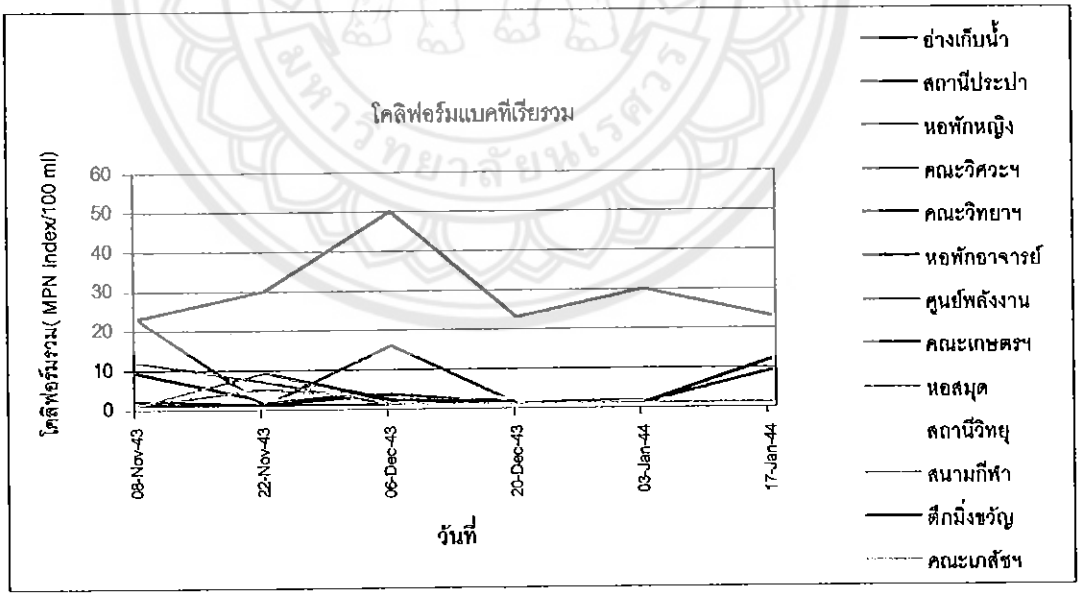
จากรูปที่ 4.9 แนวโน้มของกราฟจะไม่คงที่ พบว่าค่าปริมาณคลอรีนรวมตกค้างนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน จากรูปที่ 4.10-4.12 เป็นการเปรียบเทียบค่าคอรีนรวมในท่อน้ำประปาเส้นต่างๆ พบว่าระยะทางของท่อนั้นจะมีผลต่อการลดลงของคลอรีนรวม ผลต่อปริมาณคลอรีนรวม ระยะทางยิ่งไกลคลอรีนรวมยิ่งน้อยลง ทำให้เป็นผลเสียต่อผู้อุปโภค บริโภคบริเวณนั้นด้วย

4.6 โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม

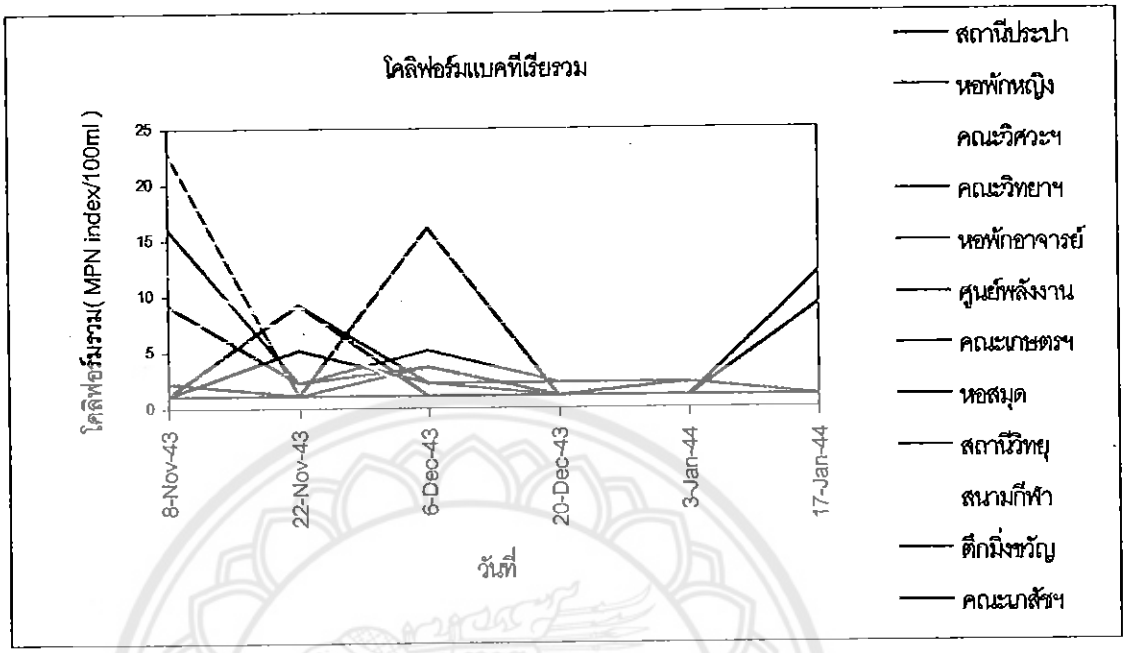
ผลการวิเคราะห์หาค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม ในน้ำตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 4.5 รูปที่4.13 - 4.17 และจะแสดงดังภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.5 ช่วงค่าและค่าเฉลี่ยของโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม

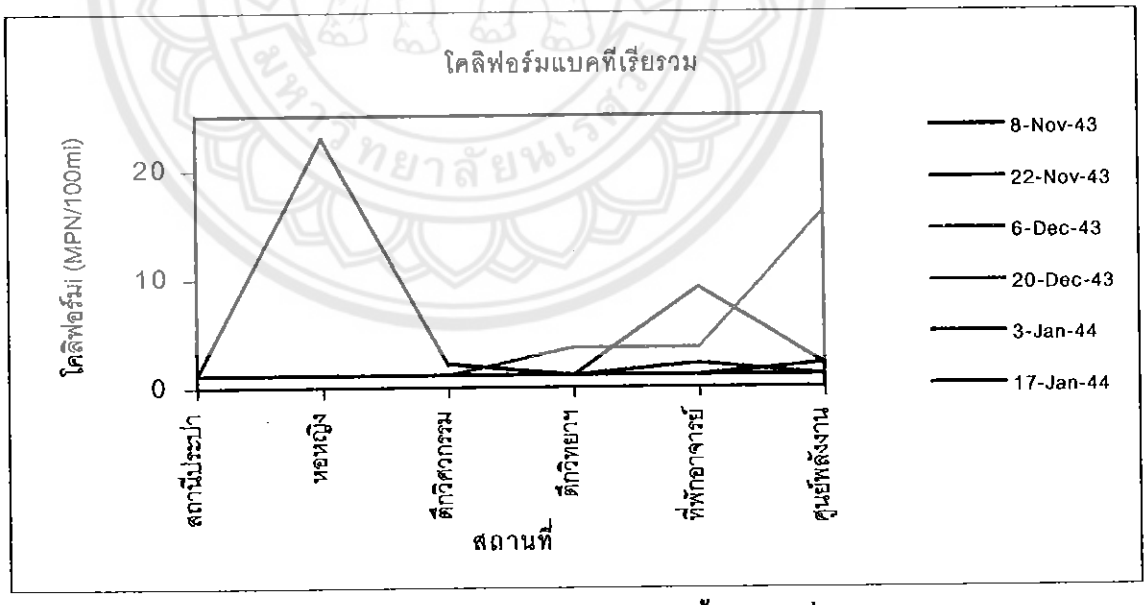
จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า (MPN Index/100ml)	ค่าเฉลี่ย (MPN Index/100ml)	จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า (MPN Index/100ml)	ค่าเฉลี่ย (MPN Index/100ml)
อ่างเก็บน้ำดิบ	23-50	29.833	ตึกเกษตรฯ	<1.1-9.2	2.45
สถานีประปา	<1.1	<1.1	หอสมุด	<1.1-5.1	2.317
หอพักหญิง	<1.1-23	4.75	สถานีวิทยุ	1.1-16.1	4.817
ตึกวิศวกรรมฯ	<1.1-2.2	1.283	สนามกีฬา	<1.1-12	3.883
ตึกวิทยาฯ	<1.1-3.6	1.517	ตึกมิ่งขวัญ	<1.1-12	4.45
ศูนย์พลังงาน	<1.1-16.1	3.967	ตึกเภสัชฯ	1.1-9.2	2.45
หอพักอาจารย์	1.1-9.2	3.05			



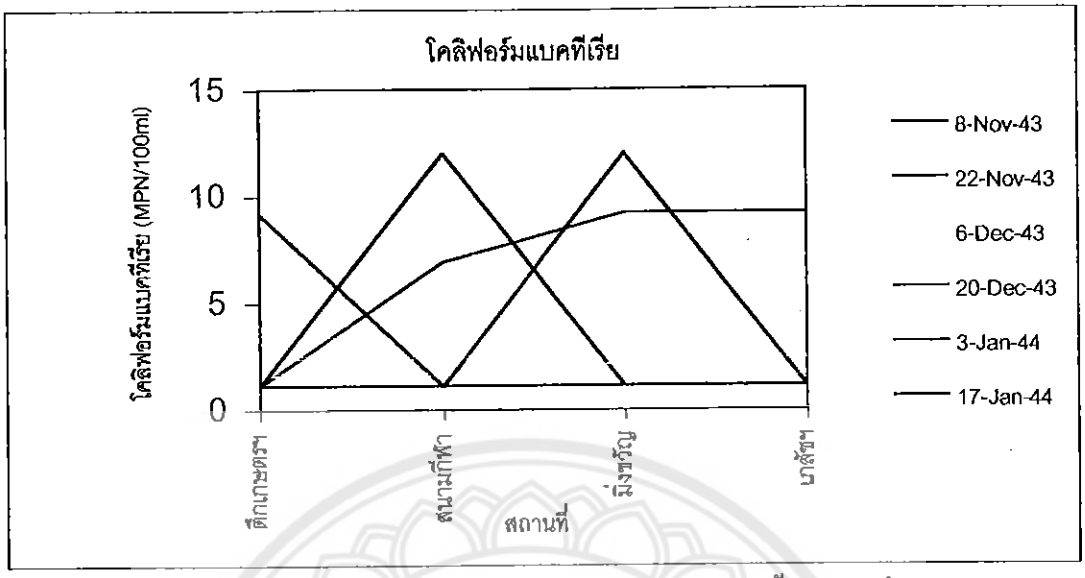
รูปที่ 4.13 โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม



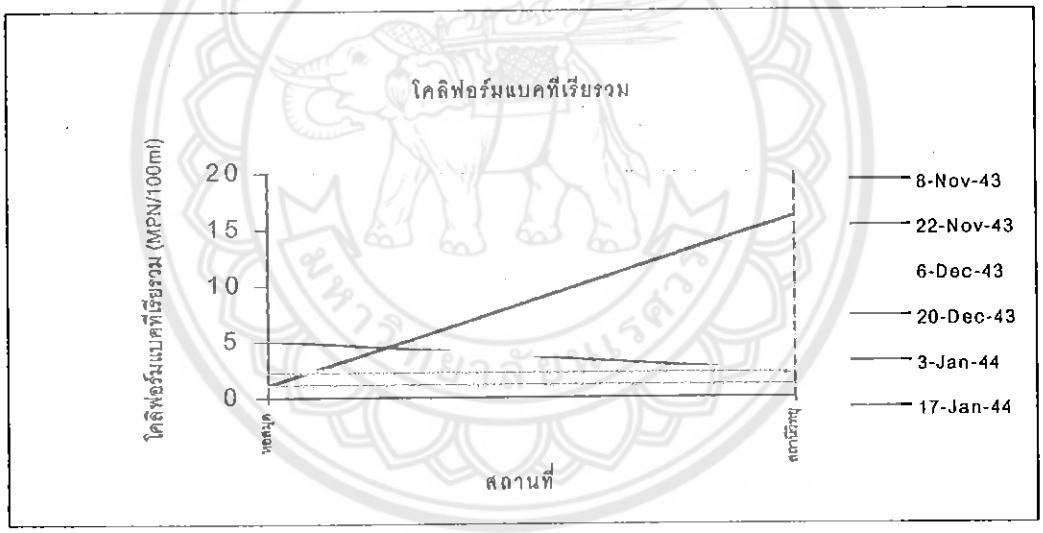
รูปที่ 4.14 โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมของน้ำประปา



รูปที่ 4.15 ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมในเส้นท่อน้ำประปาที่ 1



รูปที่4.16โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมในเส้นท่อน้ำประปาที่ 2



รูปที่4.17 โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมในเส้นท่อน้ำประปาที่ 3

จากตารางที่ 4.5 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำประปามีค่าอยู่ในช่วง <1.1 - 4.817 MPN Index/100 ml ซึ่งค่าที่ยอมให้ตามมาตรฐานน้ำดื่มของการประปานครหลวงต้องมีค่าน้อยกว่า 2.2 MPN Index/100 ml แต่จากการวิเคราะห์พบว่าค่าเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละจุดเก็บน้ำอย่างนั้นส่วนใหญ่แล้วมีค่าเกินมาตรฐาน ซึ่งได้แก่ หอพักหญิง ศูนย์พลังงาน หอพักอาจารย์ คณะเกษตรฯ หอสมุด สนามกีฬา ตึกมิ่งขวัญ สถานีวิทยุ และตึกเภสัชฯ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเจริญ

ของแบคทีเรียในน้ำประปา ระบบท่อประปาของแต่ละอาคารเกิดการปนเปื้อน หรืออาจเกิดจากท่อเกิดการแตกร้าวหรือรั่วซึมก็ได้

จุดเก็บน้ำประปาตัวอย่างที่มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากที่สุด คือ สถานีวิทยุ สาเหตุมาจากที่กล่าวมาแล้ว และยังมีอีกสาเหตุหนึ่งคือ สถานีวิทยุเป็นจุดสุดท้ายที่ท่อส่งน้ำไหลมาถึงอาจเกิดการสะสม เกิดการเจริญของเชื้อแบคทีเรียมาเรื่อยๆจนทำให้จุดส่งน้ำสุดท้ายมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากที่สุดแสดงดังรูปที่4.15-4.17 เป็นการเปรียบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในท่อน้ำประปาแต่ละเส้นตามระยะทางและการจ่ายน้ำ และจุดเก็บน้ำประปาตัวอย่างที่มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่น้อยที่สุดคือ สถานีประปา มีค่าMPN น้อยกว่า 1.1 ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร เพราะเป็นจุดเริ่มต้นของท่อส่งน้ำหรือเป็นแหล่งผลิตน้ำประปานั่นเอง

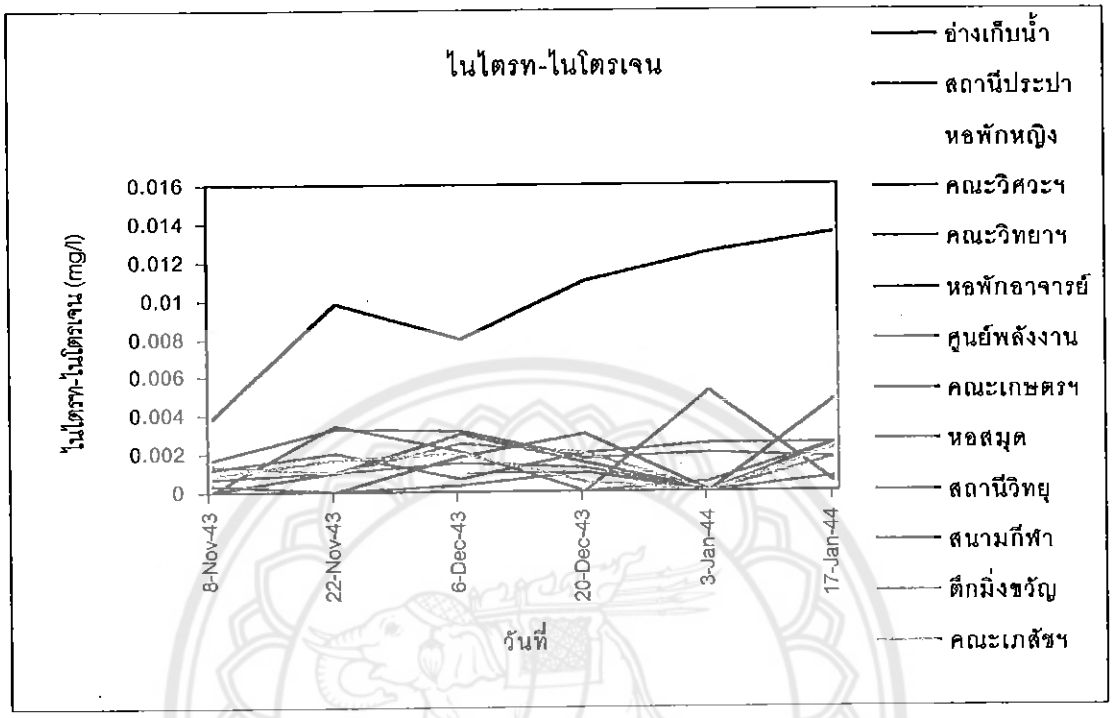
จากกราฟรูปที่ 4.13-4.14พบว่าช่วงสัปดาห์แรกๆที่เก็บนั้นกราฟมีค่าสูง แต่ค่าโดยส่วนรวมแล้วมีค่าใกล้เคียงกัน ในน้ำดิบนั้นพบว่ามีค่าสูงกว่าน้ำประปาเนื่องมาจากเป็นแหล่งที่ได้รับน้ำมาจากคลองส่งน้ำทำให้มีสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และแบคทีเรียอยู่มาก และยังพบอีกว่ามีกราฟที่มีค่าสูงสุดอาจเป็นเพราะน้ำดิบถูกรบกวนจากเครื่องสูบน้ำหรือมีการปล่อยน้ำจากคลองส่งน้ำสู่อ่างเก็บน้ำทำให้เกิดตะกอนมากขึ้น เป็นผลทำให้มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงกว่าค่าอื่นๆ

4.7 ไนไตรท-ไนโตรเจน

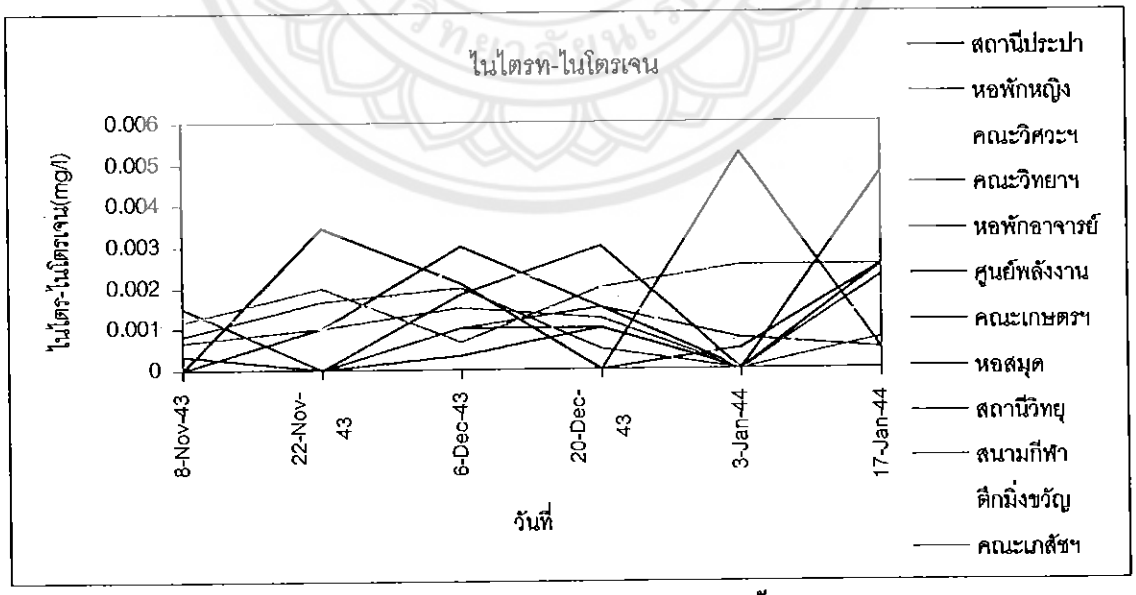
ผลการวิเคราะห์ค่าไนไตรท-ไนโตรเจนในน้ำประปาแสดงดังตารางที่ 4.6 รูปที่ 4.18-4.22 และจะแสดงดังภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.6 ช่วงค่าและค่าเฉลี่ยของไนไตรท-ไนโตรเจน

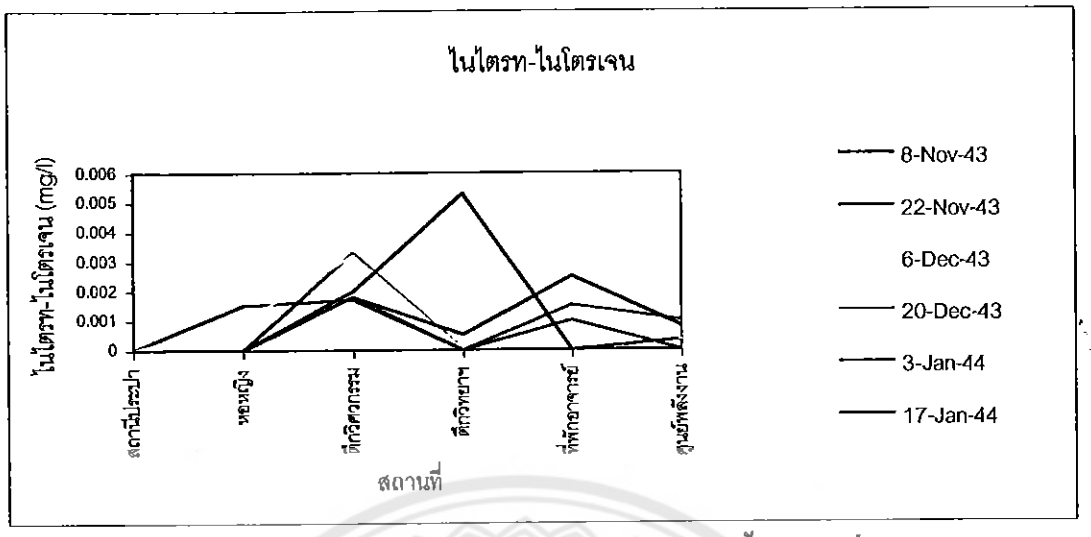
จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า(mg/l)	ค่าเฉลี่ย(mg/l)	จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า(mg/l)	ค่าเฉลี่ย(mg/l)
อ่างเก็บน้ำดิบ	0.00383-0.0135	0.00978	ตึกเกษตรฯ	0.0-0.00475	0.001597
สถานีประปา	0.0-0.001	0.000333	หอสมุด	0.0-0.00343	0.001421
หอพักหญิง	0.0-0.0015	0.000875	สถานีวิทยุ	0.0-0.0015	0.0008612
ตึกวิศวกรรมฯ	0.00175-0.0033	0.002273	สนามกีฬา	0.00067-0.0025	0.001806
ตึกวิทยาฯ	0.0-0.00525	0.000958	ตึกมิ่งขวัญ	0.0-0.0025	0.00143
หอพักอาจารย์	0.0-0.003	0.00133	ตึกเภสัชฯ	0.0-0.00225	0.001208
ศูนย์พลังงาน	0.0-0.001	0.0004017			



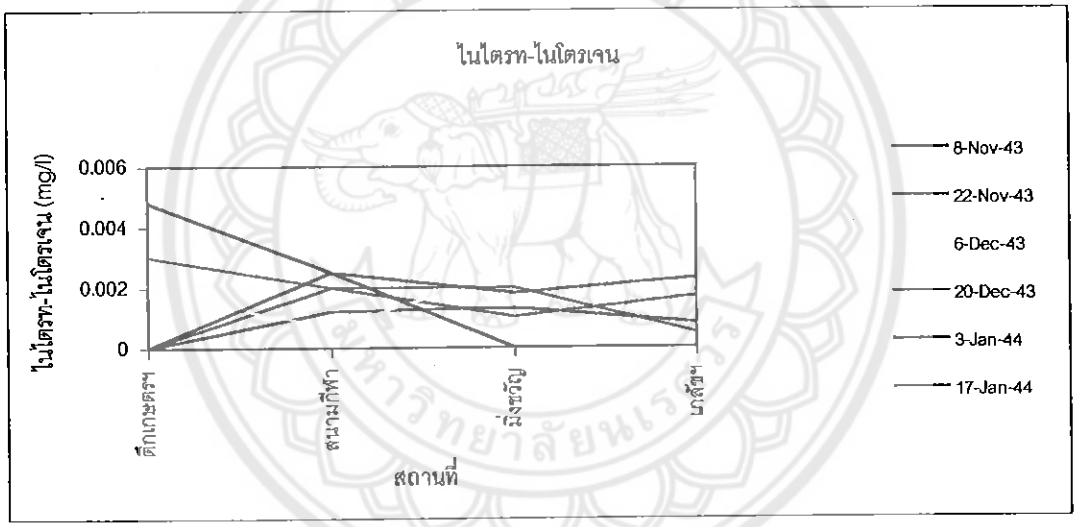
รูปที่ 4.18 ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน



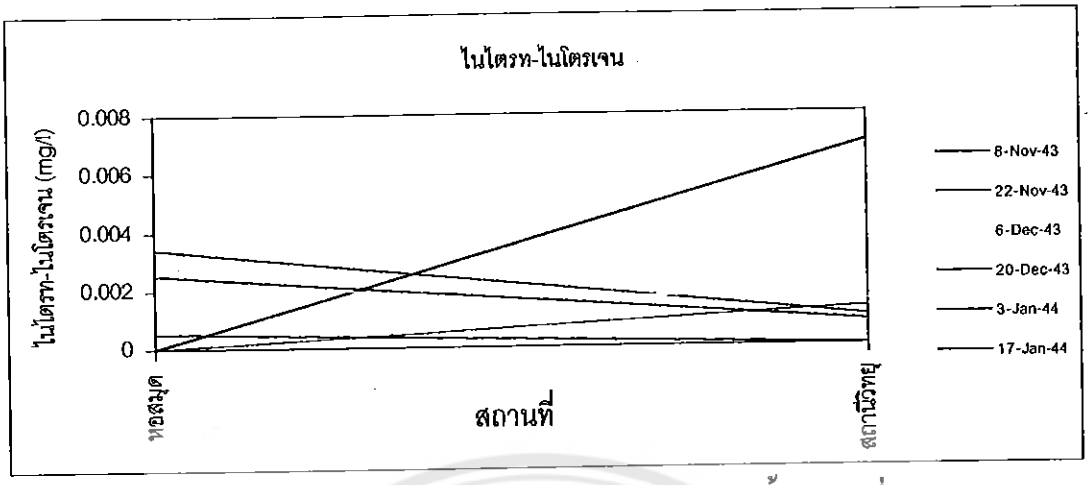
รูปที่ 4.19 ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนของน้ำประปา



รูปที่ 4.20 ไนไตรท-ไนโตรเจนในเส้นท่อน้ำประปาที่ 1



รูปที่ 4.21 ไนไตรท-ไนโตรเจน ในเส้นท่อน้ำประปาที่ 2



รูปที่ 4.22 ไนไตรท-ไนโตรเจน ในเส้นท่อน้ำประปาที่ 3

จากตารางที่ 4.6 พบว่าค่าของไนไตรท-ไนโตรเจนในน้ำประปามีค่าอยู่ในช่วง 0.0-0.00475 mg/l แสดงให้เห็นว่าน้ำประปาส่วนใหญ่ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน คือค่าที่ยอมให้มีได้ต้องไม่เกิน 0.001 mg/l จะเห็นว่าจุดเก็บน้ำตัวอย่างที่มีค่าไนไตรท-ไนโตรเจนสูงกว่า 0.001 mg/l มีดังนี้ คือ คณะวิศวกรรมศาสตร์ หอพักอาจารย์ คณะเกษตรฯ หอสมุด สนามกีฬา ตึกมิ่งขวัญ และคณะเภสัชศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าน้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวรยังมีไนไตรท-ไนโตรเจนอยู่สูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำดิบนั้นมีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์อยู่มากเมื่อผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปาแล้ว ไนไตรท-ไนโตรเจนยังตกค้าง พบว่าจุดเก็บน้ำตัวอย่างที่มีปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนมากที่สุดคือ ตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์คือ 0.002273 mg/l และจุดเก็บน้ำทีมีปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนน้อยที่สุดคือ สถานีประปา

สำหรับแหล่งน้ำดิบนั้นจะมีปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน เฉลี่ยจะอยู่ที่ 0.00978 mg/l เนื่องมาจากแหล่งน้ำดิบนั้นเป็นที่พักตะกอนเพื่อนำน้ำไปผลิตน้ำประปา ทำให้มีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ อยู่จำนวนมากจึงทำให้มีปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนสูง

จากกราฟ 4.18 พบว่าปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนนั้นมีค่าไม่ต่างกันมากนักเนื่องมาจากเป็นการเก็บน้ำประปาตัวอย่างในแหล่งผลิตเดียวกัน และเก็บในช่วงเวลาใกล้เคียงกันคือ 9.30-10.30 น. แต่มีบางวันที่มีปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนสูงอาจเนื่องมาจากสาเหตุที่ได้กล่าวมาแล้ว และจากกราฟยังพบว่าปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนของน้ำดิบมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องมาจากเข้าสู่ฤดูหนาวระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลงทำให้ความเข้มข้นของสารต่างๆในน้ำเพิ่มขึ้น

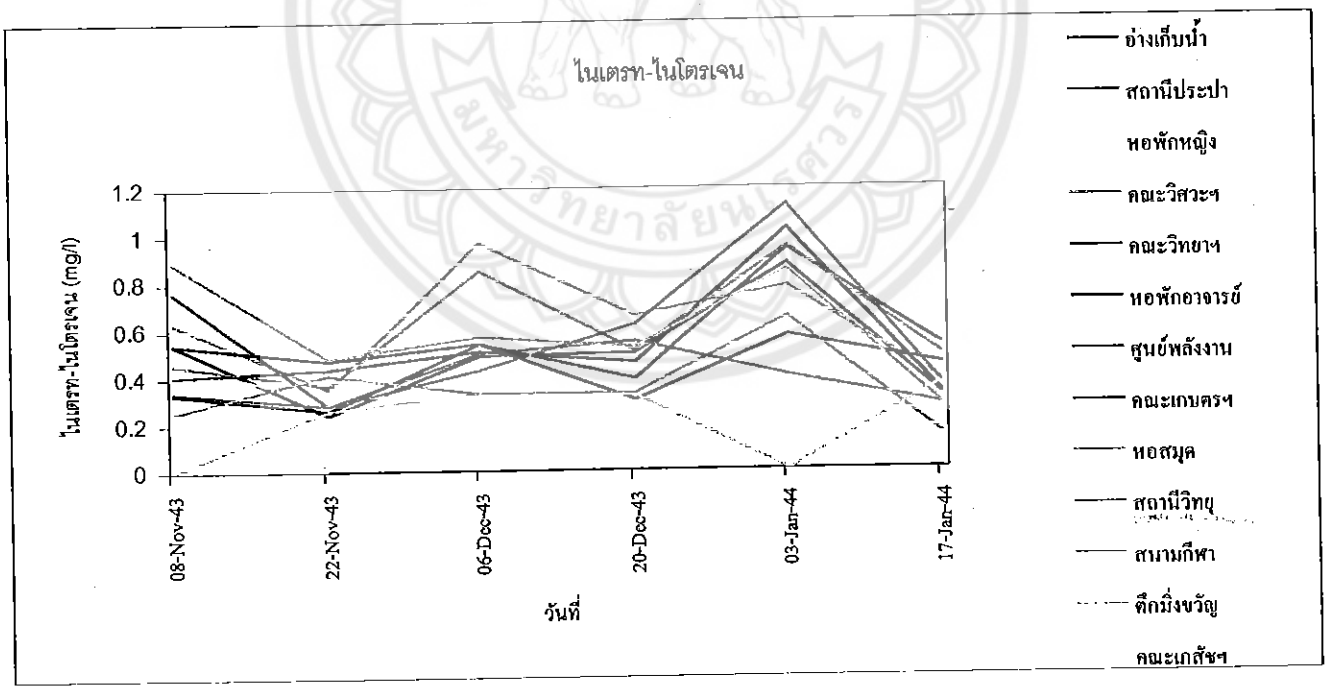
จากรูปที่ 4.20-4.22 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน ในท่อน้ำประปาแต่ละเส้น แนวโน้มของกราฟพบว่าค่าจะมีค่าไม่คงที่

4.8 ไนเตรท-ไนโตรเจน

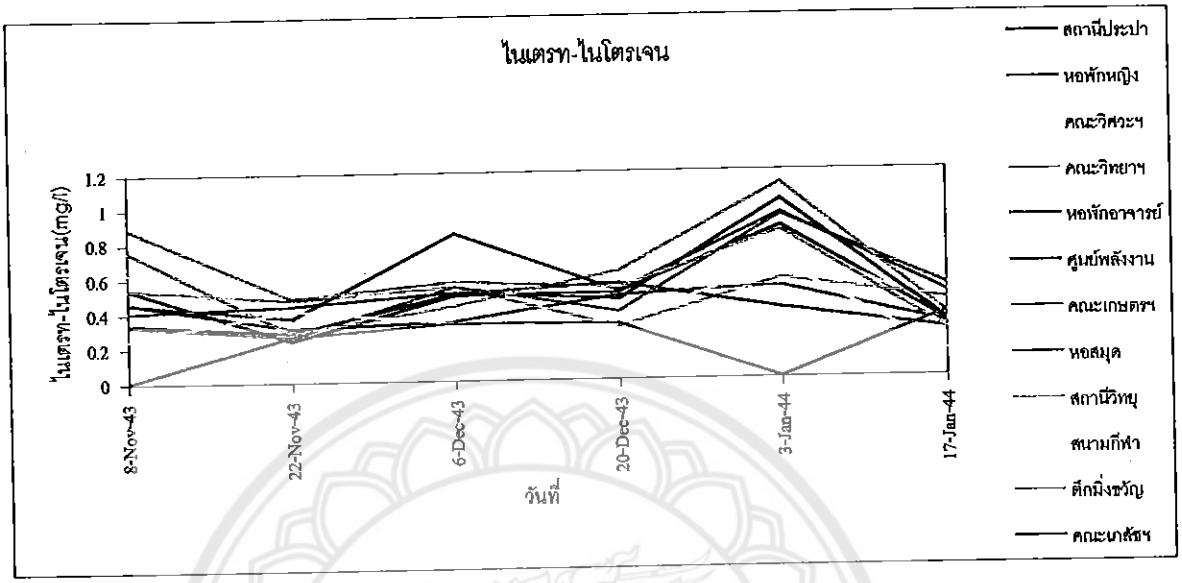
ผลการวิเคราะห์ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำประปาแสดงดังตารางที่ 4.7 รูปที่ 4.23-4.27 และจะแสดงดังภาคผนวก ข

ตารางที่4.7 แสดงช่วงค่าและค่าเฉลี่ยของไนเตรท-ไนโตรเจน

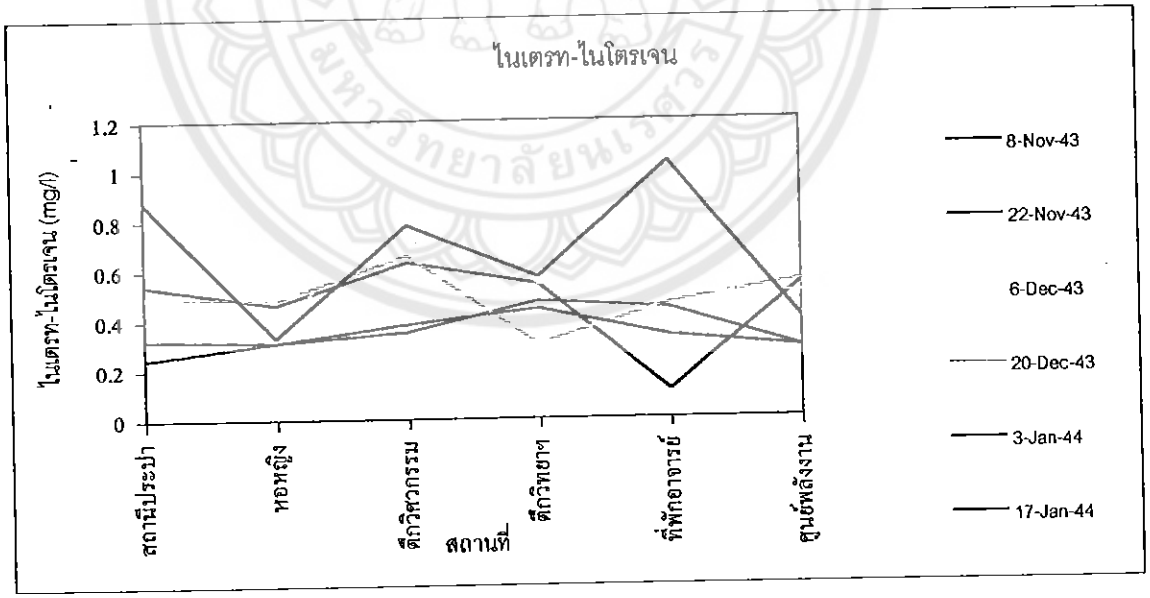
จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า(mg/l)	ค่าเฉลี่ย (mg/l)	จุดเก็บน้ำ	ช่วงค่า(mg/l)	ค่าเฉลี่ย(mg/l)
อ่างเก็บน้ำดิบ	0	0	ตึกเกษตรฯ	0.26-0.94	0.498
สถานีประปา	0.25-0.875	0.496	หอสมุด	0.36-0.95	0.455
หอพักหญิง	0.30-0.525	0.402	สถานีวิทยุ	0.28-1.125	0.76
ตึกวิศวกรรมฯ	0.35-0.97	0.628	สนามกีฬา	0.15-0.65	0.25
ตึกวิทยาฯ	0.30-0.57	0.478	ตึกมิ่งขวัญ	0.275-0.89	0.46
หอพักอาจารย์	0.325-1.025	0.521	ตึกเภสัชฯ	0.0-0.365	0.24
ศูนย์พลังงาน	0.28-0.55	0.390			



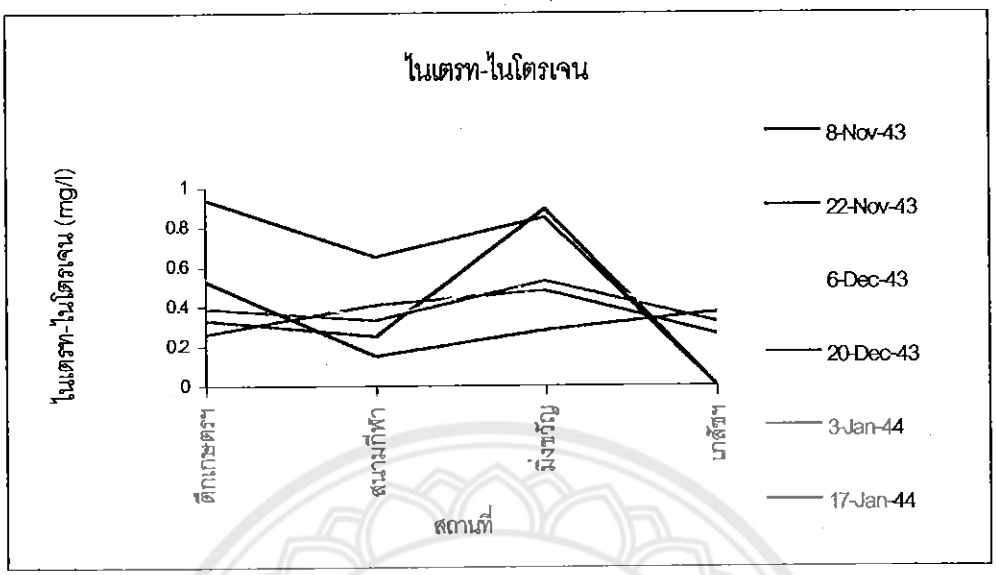
รูปที่ 4.23 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน



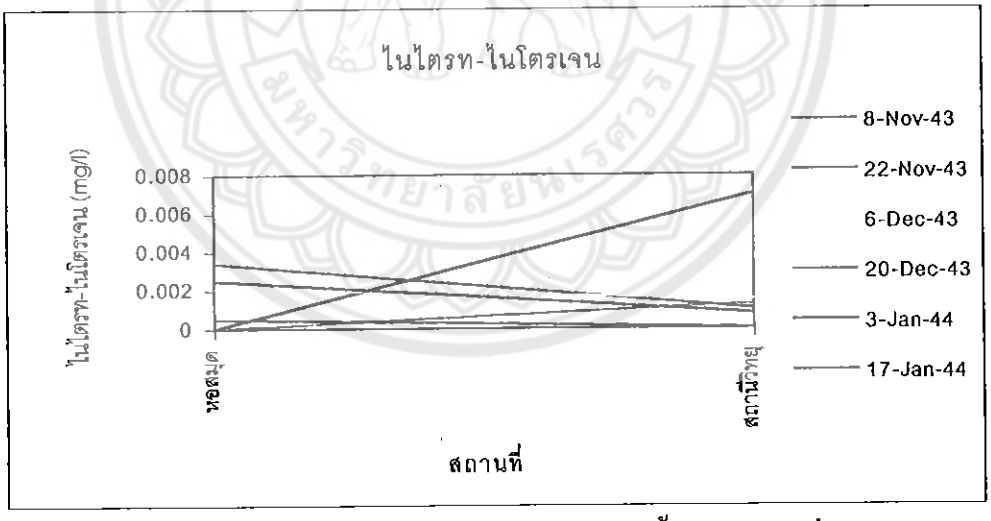
รูปที่ 4.24 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำประปา



รูปที่ 4.25 ไนไตรท-ไนโตรเจน ในท่อน้ำประปาเส้นที่1



รูปที่ 4.26 ไนไตรท-ไนโตรเจน ในท่อน้ำประปาเส้นที่ 2



รูปที่ 4.27 ไนไตรท-ไนโตรเจน ในท่อน้ำประปาเส้นที่ 3

จากตารางที่ 4.7 พบว่าค่าเฉลี่ยรวมของไนเตรทในน้ำประปามีค่าประมาณ 0.482 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สถานีวิทยุ มีค่า 0.76 mg/l ค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่สนามกีฬา มีค่า 0.25 mg/l แสดงให้เห็นว่าน้ำประปาตัวอย่างที่เก็บมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน คือ มีค่าไม่เกิน 1.5 mg/l และค่าเฉลี่ยของอ่างเก็บน้ำมีค่า 0 mg/l ซึ่งอาจเป็นเพราะไนโตรเจนไม่ได้อยู่ในรูปของไนเตรท แต่อยู่ในรูปของสารอื่นเช่น แอมโมเนีย จึงวัดค่าในรูปของไนเตรทได้น้อย

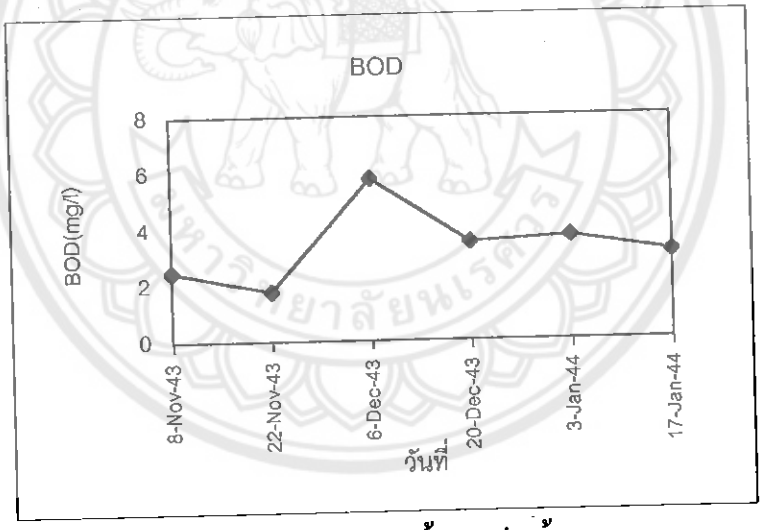
จากกราฟที่ 4.23 พบว่าปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนนั้นมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มากนักเนื่องจากเป็นการเก็บน้ำประปาจากแหล่งเดียวกัน และเก็บในช่วงเวลาใกล้เคียงกันคือ 9.30-10.30 น แต่มีบางวันที่ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนสูงเนื่องมาจากการตกตะกอนในท่อ แต่ผลการวิเคราะห์ก็ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

จากรูปที่ 4.25 -4.27 เป็นการเปรียบเทียบค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในท่อน้ำประปาแต่ละเส้น จากกราฟพบว่าค่าไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าไม่คงที่ สูงบ้าง น้อยบ้าง ซึ่งจะไม่ขึ้นอยู่กับระยะทางของท่อน้ำประปาเลย

4.9 BOD

ตารางที่4.8 แสดงค่า BOD ในอ่างเก็บน้ำ

วันที่ / BOD	8 พ.ย. 43	22 พ.ย. 43	6 ธ.ค. 43	20 ธ.ค. 43	3 ม.ค. 43	17 ม.ค. 43	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย
BOD (mg/l)	2.5	1.8	5.8	3.5	3.7	3.1	1.8-5.8	3.4



รูปที่ 4.28 BOD ของน้ำอ่างเก็บน้ำ

จากตารางที่ 4.8 พบว่าค่าเฉลี่ยของ BOD ของน้ำอ่างเก็บน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 1.8-5.8 mg/l และค่าเฉลี่ย 3.4 จากค่าที่ยอมให้ได้ตามมาตรฐานน้ำดิบที่มาผลิตน้ำประปาขององค์การอนามัยโลกต้องมีค่าน้อยกว่า 6 mg/l แต่มาตรฐานน้ำผิวดินที่มาผลิตน้ำประปาต้องมีค่าน้อยกว่า 4 mg/l ดังนั้นค่า BOD ของอ่างเก็บน้ำไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

จากกราฟ 4.28 พบว่าวันที่ 6 ธ.ค. 2543 ค่า BOD มีค่าสูงที่สุดเนื่องมาจากในน้ำดิบมีสารอินทรีย์สูง และวันต่อมาจึงลดลงจนมีค่าใกล้เคียงกัน

บทที่ 5
สรุปผล

5.1 ปริมาณน้ำใช้

5.1.1 ค่าปริมาณน้ำใช้ทั้งมหาวิทยาลัยนเรศวร เดือน พ.ย. 43 ถึง ม.ค. 44

ค่าปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยใน 1 วัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรเดือน พ.ย. 43 32,000 ลบ.ม.

ค่าปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยใน 1 วัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรเดือน ธ.ค. 43 30,806 ลบ.ม.

ค่าปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยใน 1 วัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรเดือน ม.ค. 44 31,774 ลบ.ม.

5.1.2 ค่าปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยภายในตึกวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาโยธา

ค่าปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยใน 1 วัน ตึกวิศวกรรมโยธาเดือน พ.ย. 43 38.9 ลบ.ม.

ค่าปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยใน 1 วัน ตึกวิศวกรรมโยธาเดือน ธ.ค. 43 35.3 ลบ.ม.

ค่าปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยใน 1 วัน ตึกวิศวกรรมโยธาเดือน ม.ค. 44 29.3 ลบ.ม.

5.2 การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์กับเกณฑ์มาตรฐานของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานน้ำดิบที่ผลิตน้ำประปากับค่าพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์

จุดเก็บน้ำ	พารามิเตอร์น้ำดิบ				ข้อเสนอแนะ
	pH	โคลิฟอร์ม	ไนเตรท	BOD	จัดว่าเหมาะสมในการนำมาผลิตน้ำประปา
อ่างเก็บน้ำ	ผ่าน 6 ครั้ง	ผ่าน 6 ครั้ง	ผ่าน 6 ครั้ง	ผ่าน 5 ครั้ง	

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานน้ำประปาการนครหลวงกับค่าพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์

จุดเก็บน้ำ	pH	คลอรีนอิสระ	คลอรีนรวม	โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม	ไนไตรท-ไนโตรเจน	ไนเตรท-ไนโตรเจน
สถานีประปา	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ผ่านทุกครั้ง	ผ่านทุกครั้ง	ผ่าน
หอพักนักศึกษาหญิง 7	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ไม่ผ่าน 1 ครั้ง	ไม่ผ่าน 1ครั้ง	ผ่าน
อาคารวิศวกรรมศาสตร์	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ผ่านทุกครั้ง	ไม่ผ่าน 6 ครั้ง	ผ่าน
อาคารวิทยาศาสตร์	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ไม่ผ่าน 1 ครั้ง	ไม่ผ่าน 1 ครั้ง	ผ่าน
หอพักอาจารย์	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ไม่ผ่าน 2 ครั้ง	ไม่ผ่าน 3 ครั้ง	ผ่าน
อาคารพลังงาน	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ไม่ผ่าน 1 ครั้ง	ผ่านทุกครั้ง	ผ่าน
ตึกเกษตร	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ไม่ผ่าน 1 ครั้ง	ไม่ผ่าน 3 ครั้ง	ผ่าน
หอสมุด	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ไม่ผ่าน 2 ครั้ง	ไม่ผ่าน 3 ครั้ง	ผ่าน
สถานีวิทยุ	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ไม่ผ่าน 2 ครั้ง	ไม่ผ่าน 3 ครั้ง	ผ่าน
สนามกีฬา	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ไม่ผ่าน 2 ครั้ง	ไม่ผ่าน 4 ครั้ง	ผ่าน
ตึกมิ่งขวัญ	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ไม่ผ่าน 2 ครั้ง	ไม่ผ่าน 4 ครั้ง	ผ่าน
ตึกเภสัช	ผ่าน	น้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่ามาตรฐาน	ไม่ผ่าน 2 ครั้ง	ไม่ผ่าน 3 ครั้ง	ผ่าน

5.3 คุณภาพน้ำ

จากการทดลองพบว่า

1. อุณหภูมิของน้ำตัวอย่าง

อุณหภูมิที่อ่างเก็บน้ำดิบมีเฉลี่ยสูงที่สุดและจุดเก็บน้ำประปามีอุณหภูมิใกล้เคียงกันทุกจุดเพราะเก็บในเวลาใกล้เคียงกันคือเวลา 9.00-10.30 น.

2. ค่า pH ของน้ำตัวอย่าง

ค่า pH ของน้ำอ่างเก็บน้ำมีค่าสูงกว่าน้ำประปา โดยค่า pH ของน้ำประปาแต่ละจุดเก็บมีค่าใกล้เคียงกันและผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด

3. ค่าคลอรีนอิสระของน้ำประปา

ค่าคลอรีนอิสระของน้ำประปาทุกจุดเก็บน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าปริมาณที่มาตรฐานการประปานครหลวงกำหนดไว้ โดยปริมาณคลอรีนจะลดลงตามระยะทางจากสถานีประปาไปยังปลายเส้นท่อ

4. ค่าคลอรีนรวมของน้ำตัวอย่าง

ค่าคลอรีนรวมของน้ำประปามีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดโครงข่ายน้ำประปา แต่ก็มีปริมาณที่ต่ำกว่ามาตรฐานการประปานครหลวงกำหนด

5. โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมของน้ำตัวอย่าง

โคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมที่อ่างเก็บน้ำดิบมีค่ามากที่สุด และสถานีวิทยุมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมมากว่าจุดเก็บน้ำประปาอื่น โดยที่ หอพักหญิง หอพักอาจารย์ ศูนย์พลังงาน ตึกมิ่งขวัญ สนามกีฬา สถานีวิทยุ มีค่าเกินกำหนดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

6. ไนไตรท-ไนโตรเจน

ไนไตรท-ไนโตรเจนที่คณะเกษตรศาสตร์มีค่ามากที่สุด และจุดที่มีค่าไนไตรท-ไนโตรเจนไม่ผ่านมาตรฐานคือ ตึกวิศวกรรมศาสตร์ หอพักอาจารย์ คณะเกษตรฯ หอสมุด สนามกีฬา ตึกมิ่งขวัญ และคณะเภสัชฯ

7. ไนเตรท-ไนโตรเจน

ไนเตรท-ไนโตรเจนทุกจุดเก็บน้ำมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยที่ตึกวิศวกรรมศาสตร์มีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนสูงที่สุด และที่อ่างเก็บน้ำดิบมีค่าต่ำที่สุด

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากเกณฑ์มาตรฐานน้ำดิบที่นำมาผลิตน้ำประปาขององค์การอนามัยโลก พบว่าคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำดิบมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดจึงเหมาะสมที่นำมาผลิตน้ำประปา

จากเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปาของการประปานครหลวง พบว่าน้ำประปามีค่าคลอรีนอิสระและคลอรีนรวมมีค่าน้อยกว่ามาตรฐานกำหนด รวมทั้งพบว่าหอพักหญิง หอพักอาจารย์ ศูนย์พลังงาน สนามกีฬา ตึกมิ่งขวัญ และสถานีวิทยุมีคุณภาพน้ำประปาไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จึงควรมีการปรับปรุงระบบผลิตน้ำประปาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้ได้น้ำประปาที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานและปลอดภัยแก่ผู้อุปโภคบริโภค

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บรรณานุกรม

ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มิตรนราการพิมพ์ , 2537

ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์.วิศวกรรมการประปา. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: มิตรนราการพิมพ์, 2536

คณะกรรมการจัดทำคู่มือวิเคราะห์น้ำเสียสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย(สวสท).คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 3 .กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์ , 2540

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. วิศวกรรมการประปาเล่ม1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542

วีระชัย โชควิญญ. เทคนิคการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรีย. กรุงเทพฯ:โอเดียนสโตร์, 2530

โกมล ศิวะบวร,เชาวยุทธ พรพิมลเทพ,สุวิทย์ ชุมนุมศิริเทพ. การประปาเบื้องต้น. ภาควิชาสุขาภิบาลวิศวกรรม คณะสาธารณสุขศาสตร์ ม.มหิดล, พ.ศ.2534

APHA, AWWA AND WPCF.STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 18th ED.NEW YORK : AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION INC.,1998

ภาคผนวก ก

ปริมาณการใช้น้ำ

ตารางที่ ก.1 ปริมาณการใช้น้ำตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิศวกรรมโยธา (ลบ.ม./วัน)

เดือน / วันที่	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
1	-	60.2	-
2	30.4	23.9	-
3	14.7	30.2	-
4	46.0	45.6	42.9
5	61.5	29.4	36.2
6	62.0	52.8	23.2
7	30.7	38.6	17.9
8	54.2	50.3	0
9	22.5	27.6	0
10	25.2	21.2	39.3
11	29.4	40.3	50.2
12	36.7	55.2	29.7
13	44.8	41.8	19.0
14	32.8	29.7	28.5
15	54.8	34.1	32.5
16	39.2	17.5	26.9
17	46.4	23.9	42.1
18	23.8	52.1	50.2
19	22.2	45.6	33.7
20	46.9	32	20.4
21	53.5	51.4	28.3
22	43.2	22.3	42.1
23	38.6	10.3	30.6
24	29.7	15.8	26.4
25	21.3	32.9	32.9
26	32.2	45.6	21.2
27	49.1	28.3	11.9
28	31.3	30.6	30.2
29	45.2	-	43.9
30	61.3	-	39.6
31		-	20.3

ตารางที่ ก.2 ปริมาณการใช้น้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร (ลบ.ม./วัน)

เดือน / วันที่	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
1	25,000	25,000	25,000
2	25,000	35,000	25,000
3	30,000	30,000	35,000
4	30,000	35,000	35,000
5	30,000	30,000	30,000
6	35,000	25,000	30,000
7	30,000	35,000	30,000
8	35,000	30,000	35,000
9	35,000	30,000	30,000
10	35,000	30,000	35,000
11	25,000	25,000	30,000
12	30,000	35,000	35,000
13	30,000	30,000	35,000
14	30,000	35,000	35,000
15	35,000	30,000	30,000
16	35,000	35,000	30,000
17	25,000	30,000	35,000
18	30,000	30,000	35,000
19	30,000	35,000	30,000
20	30,000	35,000	30,000
21	35,000	40,000	30,000
22	30,000	35,000	30,000
23	40,000	20,000	30,000
24	35,000	35,000	30,000
25	35,000	35,000	30,000
26	35,000	25,000	30,000
27	35,000	30,000	35,000
28	35,000	30,000	30,000
29	35,000	30,000	35,000
30	35,000	25,000	35,000
31		25,000	35,000

ภาคผนวก ข

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ ข.1 ปริมาณ Free Chlorine (mg/l)

วันที่ / สถานที่	8 พ.ย.43	22 พ.ย.43	6 ธ.ค.43	20 ธ.ค.43	3 ม.ค.44	17 ม.ค.44
สถานีประปา	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
หอหญิง	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
ตึกวิศวกรรม	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
ตึกวิทยาฯ	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.05
ที่พักอาจารย์	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
ศูนย์พลังงาน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
ตึกเกษตรฯ	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05
สนามกีฬา	0.00	0.05	0.05	0.05	0.00	0.03
ตึกมิ่งขวัญ	0.05	0.00	0.00	0.050	0.00	0.03
หอสมุด	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
ตึกเภสัชฯ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
สถานีวิทยุ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ ข.2 ปริมาณ Total Chlorine (mg/l)

วันที่ / สถานที่	8 พ.ย.43	22 พ.ย.43	6 ธ.ค.43	20 ธ.ค.43	3 ม.ค.44	17 ม.ค.44
สถานีประปา	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12
หอหญิง	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.08
ตึกวิศวกรรม	0.10	0.05	0.10	0.05	0.05	0.07
ตึกวิทยาฯ	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
ที่พักอาจารย์	0.05	0.05	0.10	0.05	0.05	0.05
ศูนย์พลังงาน	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05
ตึกเกษตรฯ	0.07	0.10	0.05	0.10	0.05	0.05
สนามกีฬา	0.05	0.10	0.05	0.05	0.00	0.05
ตึกมิ่งขวัญ	0.10	0.10	0.05	0.10	0.05	0.05
หอสมุด	0.05	0.10	0.05	0.05	0.03	0.05
ตึกเภสัชฯ	0.05	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05
สถานีวิทยุ	0.05	0.10	0.10	0.05	0.03	0.05

ตารางที่ ข.3 อุณหภูมิ (°C)

วันที่ / สถานที่	8 พ.ย.43	22 พ.ย.43	6 ธ.ค.43	20 ธ.ค.43	3 ม.ค.44	17 ม.ค.44
สถานีประปา	27.5	28.5	27.2	24.0	26.5	28.0
หอหญิง	26.8	27.0	26.5	25.5	27.5	27.0
ตึกวิศวกรรม	27.0	27.5	26.0	25.7	27.2	27.3
ตึกวิทยาฯ	26.5	26.2	25.0	24.5	26.0	26.5
ที่พักอาจารย์	27.0	27.0	26.5	25.0	26.5	26.8
ศูนย์พลังงาน	27.6	27.5	26.3	24.5	27.2	27.4
ตึกเกษตรฯ	27.8	28.5	26.8	25.0	26.0	28.0
สนามกีฬา	27.2	27.8	26.8	25.5	27.3	28
ตึกมิ่งขวัญ	27.0	27.5	27.0	25.0	27.0	27.3
หอสมุด	27.0	27.0	26.5	24.5	26.3	26.5
ตึกเภสัชฯ	26.5	27.0	26.3	24	27.6	28.0
สถานีวิทยุ	27.5	28	27.8	25.0	26.0	29.5
อ่างเก็บน้ำ	28.4	29.2	27.5	25.5	27.5	29.4

ตารางที่ ข.4 ค่า pH

วันที่ / สถานที่	8 พ.ย.43	22 พ.ย.43	6 ธ.ค.43	20 ธ.ค.43	3 ม.ค.44	17 ม.ค.44
สถานีประปา	7.31	7.59	7.37	7.39	7.40	7.52
หอหญิง	7.32	7.59	7.48	7.44	7.42	7.58
ตึกวิศวกรรม	7.60	7.64	7.74	7.51	7.66	7.57
ตึกวิทยาฯ	7.41	7.44	7.49	7.48	7.48	7.53
ที่พักอาจารย์	7.54	7.59	7.47	7.52	7.47	7.52
ศูนย์พลังงาน	7.25	7.57	7.56	7.57	7.49	7.58
ตึกเกษตรฯ	7.46	7.43	7.30	7.34	7.47	7.52
สนามกีฬา	7.26	7.44	7.36	7.42	7.27	7.42
ตึกมิ่งขวัญ	7.32	7.52	7.43	7.43	7.44	7.50
หอสมุด	7.23	7.54	7.48	7.47	7.42	7.44
ตึกเภสัชฯ	7.48	7.45	7.33	7.36	7.34	7.36
สถานีวิทยุ	7.35	7.35	7.38	7.40	7.43	7.43
อ่างเก็บน้ำ	8.70	7.07	8.50	8.24	8.61	8.44

ตารางที่ ข.5 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/ 100 ml)

วันที่ / สถานที่	8 พ.ย.43	22 พ.ย.43	6 ธ.ค.43	20 ธ.ค.43	3 ม.ค.44	17 ม.ค.44
สถานีประปา	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
หอหญิง	23	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
ตึกวิศวกรรม	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
ตึกวิทยาฯ	1.1	1.1	3.6	1.1	1.1	1.1
ที่พักอาจารย์	9.2	2.2	3.6	1.1	1.1	1.1
ศูนย์พลังงาน	2.2	1.1	16.1	1.1	2.2	1.1
ตึกเกษตรฯ	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.2
สนามกีฬา	12	6.9	1.1	1.1	1.1	1.1
ตึกมิ่งขวัญ	1.1	9.2	2.2	1.1	1.1	12
หอสมุด	1.1	5.1	2.2	2.2	2.2	1.1
ตึกเภสัชฯ	1.1	9.2	1.1	1.1	1.1	1.1
สถานีวิทยุ	16.1	2.2	5.1	2.2	2.2	1.1
อ่างเก็บน้ำ	23	30	50	23	30	23

ตารางที่ ข.6 ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน (mg/l)

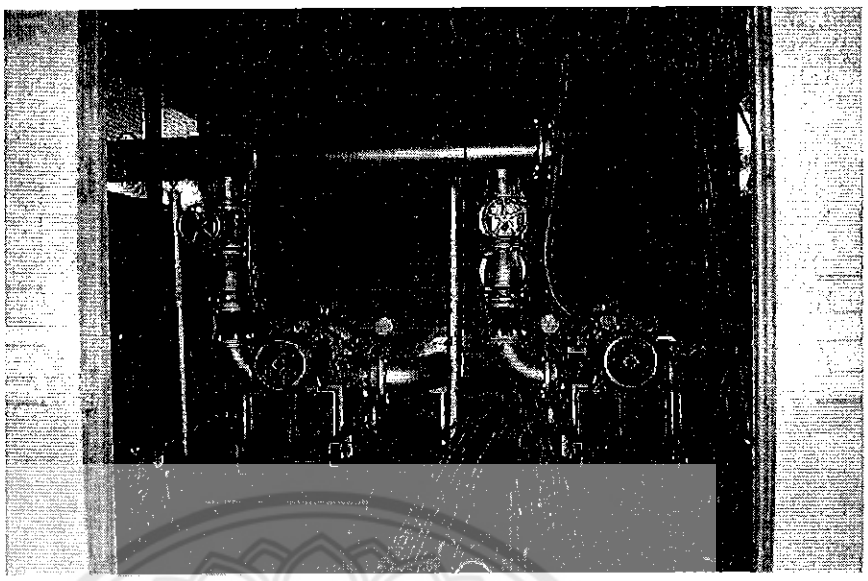
วันที่ / สถานที่	8 พ.ย.43	22 พ.ย.43	6 ธ.ค.43	20 ธ.ค.43	3 ม.ค.44	17 ม.ค.44
สถานีประปา	0.0000	0.0000	0.0010	0.0010	0.0000	0.0000
หอหญิง	0.0015	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
ตึกวิศวกรรม	0.0017	0.0033	0.0032	0.0018	0.0020	0.0018
ตึกวิทยาฯ	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.0053	0.0005
ที่พักอาจารย์	0.0000	0.0010	0.0030	0.0015	0.0000	0.0025
ศูนย์พลังงาน	0.0003	0.0000	0.0003	0.0010	0.0000	0.0008
ตึกเกษตรฯ	0.0000	0.0000	0.0018	0.0030	0.0000	0.0048
สนามกีฬา	0.0012	0.0020	0.0007	0.0020	0.0025	0.0025
ตึกมิ่งขวัญ	0.0013	0.0010	0.0025	0.0020	0.0000	0.0018
หอสมุด	0.0000	0.0034	0.0021	0.0000	0.0005	0.0025
ตึกเภสัชฯ	0.0008	0.0017	0.0020	0.0005	0.0000	0.0023
สถานีวิทยุ	0.007	0.0010	0.0015	0.0013	0.0000	0.0008
อ่างเก็บน้ำ	0.0038	0.0098	0.0080	0.0110	0.0125	0.0135

ตารางที่ ข.7 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (mg/l)

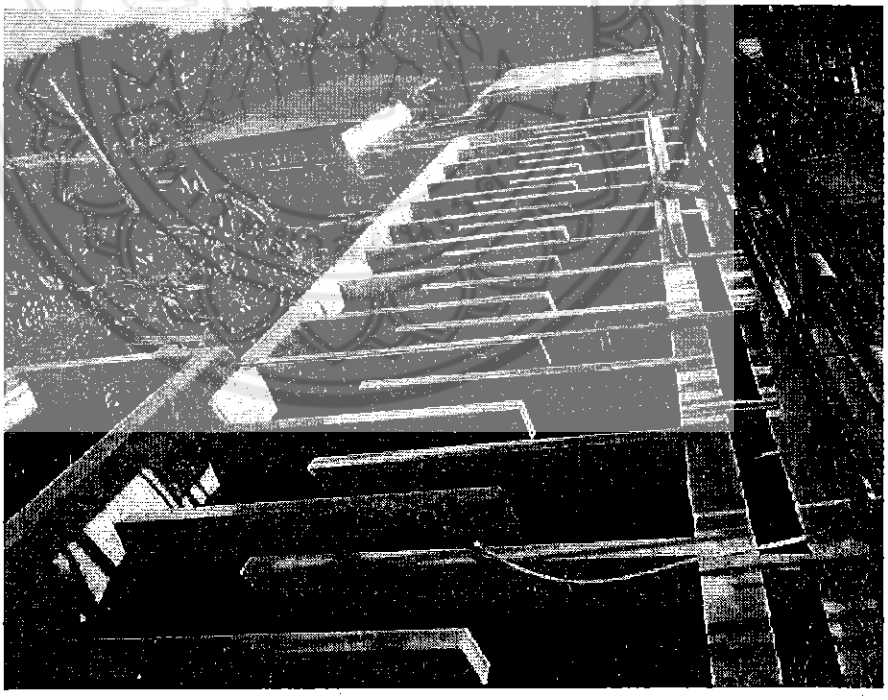
วันที่ / สถานที่	8 พ.ย.43	22 พ.ย.43	6 ธ.ค.43	20 ธ.ค.43	3 ม.ค.44	17 ม.ค.44
สถานีประปา	0.54	0.24	0.49	0.50	0.88	0.32
หอหญิง	0.46	0.31	0.34	0.48	0.33	0.31
ตึกวิศวกรรม	0.63	0.35	0.97	0.66	0.78	0.38
ตึกวิทยาฯ	0.54	0.47	0.54	0.30	0.57	0.44
ที่พักอาจารย์	0.11	0.44	0.51	0.46	1.03	0.33
ศูนย์พลังงาน	0.54	0.28	0.50	0.55	0.40	0.28
ตึกเกษตรฯ	0.33	0.26	0.54	0.39	0.94	0.53
สนามกีฬา	0.25	0.41	0.33	0.33	0.65	0.15
ตึกมิ่งขวัญ	0.89	0.48	0.57	0.53	0.85	0.28
หอสมุด	0.46	0.36	0.85	0.51	0.95	0.49
ตึกเภสัชฯ	0.00	0.26	0.33	0.32	0.00	0.37
สถานีวิทยุ	0.76	0.28	0.43	0.62	1.13	0.37
อ่างเก็บน้ำ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ภาคผนวก ค

รูประบบผลิตน้ำประปา

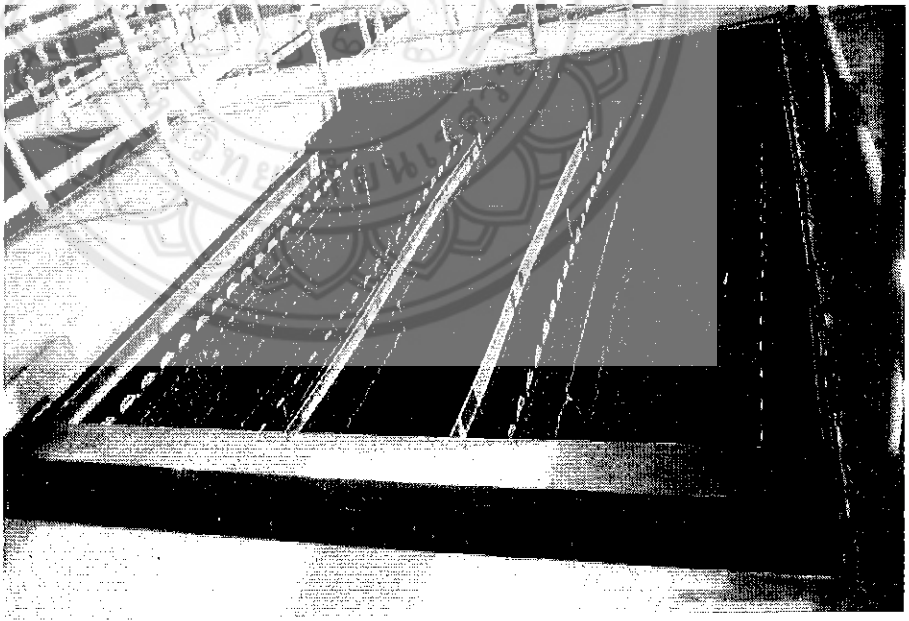


รูปที่ ค.1 เครื่องปั๊มน้ำเข้าสู่ระบบการผลิต

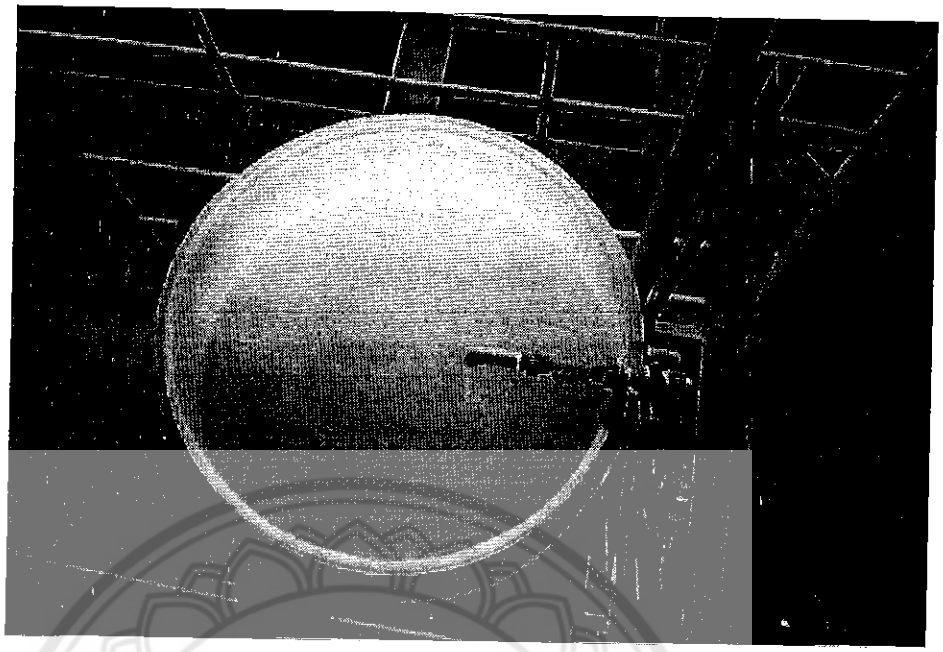


รูปที่ ค.2 ถังกวนช้า

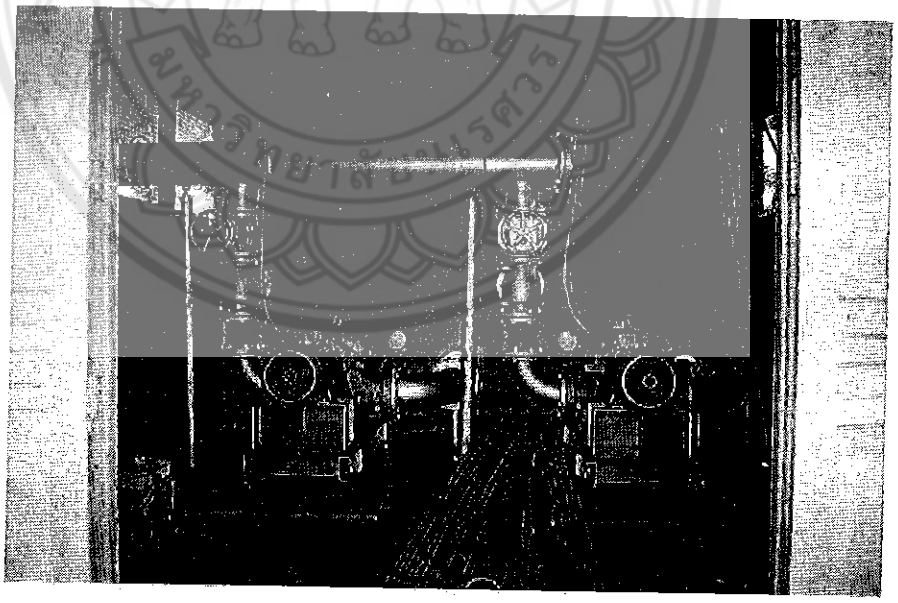
รูปที่ ค.3 ถังตกตะกอน



รูปที่ ค.4 ถังกรอง



รูปที่ ค.5 ถังเติมคลอรีน



รูปที่ ค.6 เครื่องปั๊มน้ำเพื่อจ่ายน้ำประปา

ประวัติผู้เขียน

1.นายชัชวาล สมบัติ เกิดวันที่ 26 เมษายน 2522 ที่จังหวัดพิษณุโลก

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจาก โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.นายโชคชัย หมั่นเรียน เกิดวันที่ 10 กรกฎาคม 2522 ที่จังหวัดพิษณุโลก

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจาก โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.นายโยธิน วงศ์สาสืบ เกิดวันที่ 17 พฤษภาคม 2521 ที่จังหวัดนครสวรรค์

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจาก โรงเรียนห้วยน้ำหอมวิทยาคาร จังหวัดนครสวรรค์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร